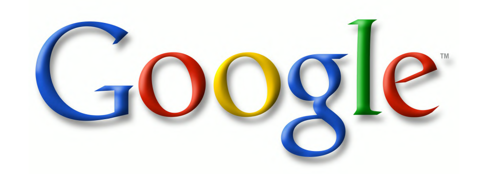
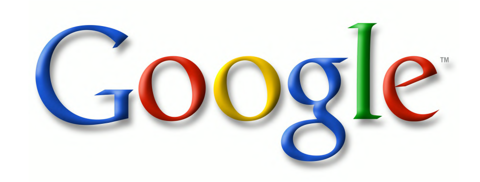





NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06638404 5





DICTIONNAIRE UNIVERSEL

DES

ARTS ET MÉTIERS.

PARIS. — IMPRIMERIE DE D'URTUBIE,
Boulevart Poissonnière, 6 ter.

DICTIONNAIRE UNIVERSEL

DES

ARTS ET MÉTIERS

ET

DE L'ECONOMIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE,

CONTENANT L'EXPOSITION DES PROCÉDÉS
USITÉS DANS LES MANUFACTURES, LES ATELIERS D'INDUSTRIE
ET LES ARTS ET MÉTIERS,

PAR MM. FRANCOEUR, ROBIQUET, PAYEN, PELOUZE,
BRONGNIART, CHÈVREUL ET DUFRESNOY.

3.

TOME TROISIÈME.

PARIS,
AU BUREAU DU DICTIONNAIRE,
RUE TRAINÉE-SAINT-EUSTACHE, 15.

1840.

AV



ABRÉGÉ

DU

ɪAND DICTIONNAIRE

DE TECHNOLOGIE,

OU NOUVEAU

ɪICTIONNAIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

E

ꞮAU (*Arts mécaniques*). Nous ne considérons ici l'eau que ɪs l'état de repos, nous réservant d'avoir égard aux circonɑces et aux effets de son mouvement dans des articles spéux. *Voyez* ÉCOULEMENT, POMPES, SIPHON, ROUES HYDRAULIꞮS, BÉLIER, CHAPELET, NORIA, etc.

L'eau, comme tous les corps soumis à l'action de la chaleur, ste sous les trois états différents de solidité, liquidité et fluié dite *élastique*; savoir, en glace, en eau proprement dite, ïn en vapeur aqueuse. L'état solide est celui qui semble être urel à l'eau, puisque les deux autres états sont des modificaɑs apportées par la présence du calorique, qui se trouve interɜé en plus ou moins grande quantité dans la substance. Comme GLACE et les VAPEURS sont traitées dans des articles séparés, ɹs ne nous en occuperons pas ici. On trouvera, au mot FLUIDE, ᴋposition de diverses propriétés communes à toutes les subɑces qui jouissent de la liquidité, et que, par conséent, l'eau partage avec elles; il nous suffira donc d'énoncer

les principes en les appliquant au liquide qui fait le sujet de cet article.

I. *L'eau est incompressible*, du moins lorsqu'on ne la soumet qu'aux pressions ordinaires. Par exemple, on a reconnu qu'une colonne de mercure de 7 pieds de hauteur (227 millimètres), équivalente au poids de trois atmosphères, ne produit sur l'eau aucune diminution sensible de volume; mais cette propriété n'est point vraie en toute rigueur, et il résulte des expériences récentes de Kanton, de MM. Perkins et OErsted, que l'eau est en effet un peu compressible. A l'aide d'un appareil très ingénieux, M. Œrsted a reconnu que, sous le poids d'une atmosphère, l'eau se contracte des 46 millionièmes de son volume. *Voy.* Fluide.

II. L'eau pure, à la température de 3°,89 du thermomètre centigrade, est à son *maximum* de densité; son poids est tel, dans cet état, qu'un litre ou décimètre cube pèse juste 1 kilogramme; 1 mètre cube pèse 1000 kilogrammes; le centimètre cube, 1 gramme. Mais si la température vient à changer, l'eau se dilate; le volume 1 devient 1,00012 à 0°, et à 7°,77. Depuis le *maximum* de densité jusqu'à 100°, l'eau se dilate de $\frac{1}{23} = 0{,}0433$, de son volume primitif. M. Gay-Lussac a trouvé $0{,}0465 = \frac{2}{43}$ pour ce même effet. A 10° de Réaumur le pied cube d'eau pèse 69,969 livres; le pouce cube pèse 5 gros 13 grains $\frac{1}{2}$.

Nous donnons ici le poids du mètre cube d'eau pure à différentes températures centigrades.

TEMPÉR.	POIDS.
4°	1000 kil.
6	999,95
8	999,87
10	999,72
12	999,54
15	999,14
20	998,24
25	997,09
30	995,73
50	987,58
100	956,70

III. La surface de l'eau dormante, celle que ce liquide affecte dans le repos, est exactement horizontale, ou perpendiculaire à la direction du fil à plomb. Les Niveaux sont établis d'après cette propriété. *V.* Fluide.

IV. Tout vase qui contient de l'eau a ses parois pressées par une force perpendiculaire à leur surface; la grandeur de cette force croît avec l'enfoncement. L'intensité de la pression est donnée par cette règle:

prenez sur le fond horizontal d'un vase une aire quelconque; elle porte le poids d'une colonne verticale de liquide qui a pour base cette aire, et pour hauteur sa distance à sa surface du niveau; et si cette aire est située sur la paroi verticale ou inclinée du vase, il faut considérer chaque point comme pressé perpendiculairement par une force égale au poids d'un filet vertical de liquide qui s'étend de ce point de l'aire jusqu'au niveau de l'eau : la résultante de toutes ces forces est la pression demandée. Les Digues, Vannes d'Écluse, Tuyau de conduite, sont construits d'après ce principe.

On voit que la pression de l'eau sur le fond horizontal d'un vase n'est égale au poids total du liquide qui y est contenu que lorsque ce vase a la forme d'un prisme ou d'un cylindre vertical, et que, si cette forme est rétrécie ou évasée vers le haut, la pression sur le fond est plus grande dans le premier cas, et moindre dans le second que le poids de l'eau. C'est en cela que consiste le *paradoxe hydrostatique*. Un tonneau qu'on surmonte d'un tube vertical assez étroit, mais très élevé, résiste fort bien à la pression de l'eau qu'il renferme dans sa capacité; mais lorsqu'on verse de l'eau dans le tube, comme le fond et les parois se trouvent pressés précisément par la même charge que si le tonneau conservait sa dimension en largeur dans toute la hauteur du tube et était entièrement rempli, on sent que la pression sur les pièces inférieures est énorme : aussi voit-on les douves s'écarter et le fluide jaillir par toutes les fentes.

V. *Quand on exerce une pression sur de l'eau renfermée dans un vase, cette force se distribue et s'exerce en tout sens;* c'est ce qu'on appelle le principe de l'*égalité de pression*. *Voy.* l'art. Fluide.

VI. Lorsqu'un corps est plongé dans l'eau, ce liquide le presse de toutes parts pour le pousser en haut et le faire sortir; c'est ce qu'on nomme la *poussée verticale* du fluide; le poids du corps, au contraire, tend à le faire descendre. De cette double action, il résulte que le poids *d'un corps plongé en tout ou partie dans l'eau, est diminué d'un poids égal à celui que déplace*

la portion immergée; c'est en cela que consiste le *principe d'Archimède*. Lorsqu'un corps quelconque est mis dans l'eau, il se présente trois cas :

1°. Ou cette substance pèse plus qu'un pareil volume d'eau, et alors le corps doit tomber au fond de l'eau, à moins qu'on ne le soutienne, acte qui exige le développement d'une force verticale dirigée de bas en haut, égale à l'excès du poids du corps plongé, sur le poids d'un égal volume d'eau ;

2°. Ou le corps est précisément de même densité que le liquide, et alors son poids est juste égal à celui d'un pareil volume d'eau ; alors le corps reste immergé dans l'eau, sans monter ni descendre, en quelque lieu qu'on l'y place.

3°. Enfin, ou le corps a un volume tel que son poids total est moindre que celui d'un volume d'eau égal au sien ; dans ce cas, ce corps ne s'enfonce dans le liquide qu'à la profondeur où le volume d'eau déplacé, jusqu'au *plan de flottaison*, forme un poids exactement égal à celui du corps entier. Si le corps est entré plus avant dans le liquide, il en est repoussé ; on l'y voit s'enfoncer dans le cas contraire. La force qui devrait s'opposer à ces deux effets serait égale à la différence entre le poids du corps et celui de l'eau déplacée par l'immersion.

L'art de construire des bateaux et des navires est une conséquence de ce principe. Il n'est pas de substance, si dense qu'elle soit, qu'on ne puisse faire flotter sur l'eau, pourvu qu'elle soit susceptible de s'étendre en lames, ou d'être façonnée en parties exactement jointes ensemble et réunies sous un grand volume. C'est ainsi qu'on réussit à faire flotter des bateaux en fer. Le poids employé à une construction de ce genre étant connu, quoique le fer pèse beaucoup plus que l'eau sous même volume, si on lui donne une forme concave, le volume d'eau que déplacera ce corps, en partie immergé, dépassera de beaucoup le volume physique de la substance. Ainsi, lorsqu'un navire flotte sur l'eau, avec les marchandises qui forment sa charge, on peut aisément en déterminer le poids total ; il suffit pour cela de mesurer le volume géométrique renfermé par le plan de flottaison et la surface immergée ; autant de décimètres

cubes sont contenus dans ce volume, autant le navire pèse de kilogrammes.

VII. La pression de l'eau sur la surface immergée, ou la poussée verticale de ce fluide, est une force dirigée par le centre de gravité du volume déplacé. Il résulte de cette proposition que, si le centre de gravité du corps n'est pas situé dans cette même verticale, ce corps ne flotte pas en équilibre, parce que les deux forces opposées, quoique égales, ne s'entredétruisent pas, attendu qu'elles ne sont pas dirigées selon la même ligne. Ainsi, pour qu'un corps flotte sur l'eau, il faut non seulement que son poids total soit égal au poids de l'eau qu'il déplace, il faut en outre que les *centres de gravité du corps et du volume déplacé soient dans une verticale*. Et si cette condition est remplie, et qu'on dérange un peu le corps de cette situation, il arrivera, ou que le corps se renversera tout-à-fait, ou qu'il se rétablira, par une suite d'oscillations, dans son état d'équilibre primitif. Ce dernier cas, qu'on a nommé *équilibre stable*, arrive quand le centre de gravité du corps est plus profondément situé que celui du volume d'eau déplacé; et c'est pour cette raison qu'on *arrime* les vaisseaux, c'est-à-dire qu'on place dans la cale des substances d'un poids considérable, qui font descendre le centre de gravité très bas; car plus il y a de distance entre les centres de gravité du corps et de l'eau déplacée, et plus la stabilité de l'équilibre est grande.

VIII. Lorsque le vide est fait dans un tube vertical fermé en haut, ouvert en bas et plongé dans l'eau, ce liquide monte dans le tube jusqu'à une hauteur qui est, en termes moyens, de 10^m, 4 ou 32 pieds, plus ou moins, selon la pression atmosphérique subsistante. Cet effet est dû à l'air qui presse la surface de l'eau. (*Voyez* l'article Baromètre, où ce sujet est traité.) C'est sur cette propriété qu'est fondée la construction des Pompes aspirantes.

IX. L'eau réduite en vapeur (*V.* Ébullition, Évaporation), en repassant à l'état liquide, donne lieu à des effets qu'il peut être utile d'énumérer ici. Non seulement cette eau pénètre invisiblement dans les pores de tous les corps, où elle demeure fixée, sans

[illegible]

[illegible]

[illegible] ... [illegible] jusqu'à [illegible] ... [illegible] centimètres ... [illegible] hauteur annuelle [illegible] ... [illegible] toute évaporation.

[illegible] considérée [illegible] ... [illegible] Elle se trouve [illegible] ... [illegible] renfermé, et parmi [illegible] substances étrangères, les unes sont nuisibles aux [illegible] qui en font usage, tandis que les autres offrent au [illegible] de nouvelles ressources [illegible] Certaines [illegible] ... [illegible] cependant servir aux usages domestiques. D'autres ne sauraient [illegible] à certaines fabrications [illegible] la papeterie, les teintureries exigent pour l'eau des qualités spéciales. Il [illegible] la nécessité d'indiquer les moyens de reconnaître les substances qu'elle contient, non pas d'une manière exacte et précise, mais suffisante néanmoins pour être bien guidé

dans le choix qu'on doit faire. Il est également important de faire connaître comment on purifie l'eau.

Le moyen est facile ; il consiste à la séparer par simple évaporation des matières hétérogènes qu'elle contient, c'est-à-dire à la distiller. (*V.* DISTILLATION.)

Cette méthode de purification repose, comme on le voit, sur l'hypothèse que toutes les substances contenues dans l'eau ne sont pas susceptibles de se volatiliser pendant son ébullition, et c'est effectivement ce qui a presque toujours lieu. Néanmoins, le contraire arrive quelquefois. Ainsi, quelques eaux renferment de l'acide carbonique libre ; d'autres, du carbonate d'ammoniaque, et ce dernier cas arrive particulièrement dans les temps de sécheresse pour l'eau de la Seine, puisée le long de son cours en traversant Paris. Alors le produit de la distillation retient une quantité notable de ces substances volatiles, et la pureté de l'eau en est altérée. Il est facile de se débarrasser de l'acide carbonique en rejetant les premières portions d'eau qui passent à la distillation ; et, pour le carbonate ammoniacal, il faut ajouter à cette précaution celle de verser dans l'eau, avant de la distiller, un acide peu volatil, qui fixe l'ammoniaque ; alors l'acide carbonique, devenu libre, s'échappe avec les premières vapeurs produites. L'acide sulfurique remplit parfaitement ce but.

La distillation de l'eau n'offre en elle-même aucune difficulté ; les seules conditions essentielles sont de n'employer que des vases d'une grande propreté et de soutenir une ébullition très modérée, car on conçoit que, si elle était tumultueuse, il y aurait nécessairement des particules d'eau projetées par le jet du bouillon jusque dans le chapiteau, et qu'elles viendraient se mêler aux vapeurs. Dans tous les cas, il est convenable de fractionner les produits, et de les essayer séparément par les réactifs, avant de les mélanger.

Si l'eau, telle que nous l'offre la nature, n'est jamais d'une pureté absolue, du moins la rencontrons-nous souvent dans un état qui s'en éloigne assez peu pour qu'on puisse l'appliquer aux divers usages domestiques ; elle se reconnaît alors à sa limpidité, à la franchise de sa saveur, à la transparence qu'elle con-

serve pendant son ébullition, et au peu de résidu qu'elle laisse en s'évaporant. Le savon s'y dissout sans se grumeler ; les légumes secs s'y cuisent sans durcir ; elle louchit à peine par le nitrate d'argent, par le muriate de baryte et l'oxalate d'ammoniaque ; enfin, aucun autre réactif n'y doit apporter de changement. Tels sont les caractères que possèdent les eaux potables et propres à tous les usages économiques. En général, celles-là coulent sur un sol siliceux, et n'ont point pris leur origine dans des terrains calcaires.

Après avoir déterminé comment on peut s'assurer de la bonne qualité des eaux, nous allons rechercher dans quels cas il est possible d'améliorer celles qui se trouvent altérées par des substances hétérogènes, et nous observerons qu'il arrive assez fréquemment que cette altération n'est due qu'à des circonstances fortuites, dont on peut parfois prevenir et souvent détruire les effets. On sait, par exemple, que les eaux stagnantes deviennent assez ordinairement bourbeuses et fétides pendant les chaleurs de l'été. On sait encore que l'eau qu'on renferme dans des vases se putréfie au bout d'un certain temps ; que son odeur et sa saveur deviennent tellement rebutantes, que la nécessité seule peut faire surmonter l'extrême dégoût que suscite leur abord. Cet état d'altération est dû à des substances organiques qui, d'abord maintenues en dissolution, ont ensuite subi une décomposition spontanée, d'où proviennent et ces combinaisons solides qui troublent la transparence de l'eau, et ces émanations fétides, suite nécessaire de la putréfaction.

Il n'est personne qui n'ait eu occasion de remarquer combien les eaux qui coulent ou séjournent à la surface du sol deviennent limoneuses par l'effet de pluies abondantes, et l'on sait que le repos seul suffit pour détruire ce résultat de l'agitation. Toutefois, ce moyen d'épuration n'est admissible que quand on peut y consacrer un temps assez long, autrement il faut avoir recours à la filtration.

Il est facile d'y parvenir au moyen des Fontaines filtrantes. Ces simples appareils suffisent pour les besoins ordinaires ; mais quand il s'agit de fournir à la consommation d'un grand nombre

individus, ou à celle de certains arts qui exigent une eau en épurée, tels que les blanchisseries, les amidoneries, les intureries, et autres, on a recours alors à de grands tonneaux ı pipes, ou bien encore à de très grands caissons. A 4 pouces ı fond environ, on pratique une chantepleure, et à quelques ›uces au-dessus on fixe dans l'intérieur un cercle ou un support ıelconque, sur lequel on place un double fond percé d'un grand ›mbre de petits trous; on couvre ensuite ce fond avec une ·osse toile, puis on met du gravier, sur lequel on ajoute une ›uche de grès fin, puis du charbon grossièrement pilé, ensuite ı grès et encore du charbon, et en dernier lieu un nouveau t de sable de rivière. Il est nécessaire qu'on établisse, au moyen 'un tuyau perpendiculaire, une communication entre le double ›nd et la partie supérieure du tonneau, afin de faciliter les délacemens d'air qui doivent avoir lieu. Enfin, on remplit : tonneau avec de l'eau; mais on a soin de verser doucement s premières portions, afin de ne pas mélanger les différentes couches. On abandonne au repos pendant quelque temps; n tire ensuite de l'eau à mesure des besoins, et l'on remlace autant que possible par la même quantité, afin qu'en verant on ne puisse jamais atteindre le sable et faire passer de l'eau ·ouble.

On prétend que l'eau ainsi filtrée a perdu une grande partie e l'air qu'elle tenait en dissolution, et que dès lors elle 'est plus aussi convenable comme boisson. Ainsi, on a conillé, dans ce cas, de l'aérer de nouveau, en l'élevant au ıoyen de pompes à une grande hauteur, et la laissant retomber nsuite, sous forme de pluie, dans des réservoirs appropriés à :t usage.

Ces moyens mécaniques, qui sont très convenables lorsque au n'est altérée que par des substances hétérogènes qui s'y ouvent en suspension en raison de leur grande ténuité, ne nt plus suffisans pour les eaux stagnantes et fétides dont nous rons fait mention; il s'agit alors non seulement de les débarsser de leur limon, mais encore de détruire cette odeur fecte qui les rend rebutantes et souvent dangereuses. Parmi

[illegible]

[illegible]

ment. [illegible]

[illegible]

[illegible] ement [illegible]

[illegible]

[illegible]

talement [illegible]

[illegible]

[illegible] ement [illegible] carbon. [illegible]

[illegible] montant [illegible] même. [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] rapport [illegible] la proportion

[illegible] considération [illegible]

[illegible] nécessaire [illegible]

[illegible] important [illegible]

[illegible]

[illegible] carbon [illegible]

[illegible] carbon [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] carbon [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] pour [illegible] même [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] d'ailleurs [illegible]

[illegible]

[illegible] pour [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

n'est sans doute pas le même pour toutes; mais il paraît certain que les acides agissent en général sur ces matières étrangères en les coagulant, c'est-à-dire en crispant leurs molécules déliées, et les rapprochant sous un moindre volume, ce qui détermine leur plus prompte séparation. Cet effet ne peut être que le résultat d'une combinaison directe entre les particules organiques contenues dans l'eau et l'acide lui-même. Quant au charbon, tout porte à croire qu'il agit là comme dans la décoloration, c'est-à-dire qu'il absorbe en quelque sorte mécaniquement les molécules en suspension. Il s'en faut qu'il ait la même action sur celles qui sont en complète dissolution, car on sait que de l'eau qui a été désinfectée par ce combustible est susceptible de se putréfier de nouveau, ce qui dénote évidemment qu'il restait encore des matières organiques en dissolution.

La végétation des plantes peut être rangée au nombre des moyens d'assainissement pour l'eau. L'expérience a démontré que des eaux stagnantes qui croupissaient et se putréfiaient habituellement pendant les chaleurs, et à tel point même que les bestiaux refusaient d'en faire usage, pouvaient devenir très salubres, si, par une cause quelconque, des plantes venaient à s'y développer. Il paraîtrait donc que les végétaux rempliraient là les mêmes fonctions que le charbon.

On a fait d'heureuses applications des principes que nous venons d'énoncer à la conservation de l'eau destinée aux équipages des bâtiments; ainsi on a proposé, et avec raison, d'ajouter dans chaque tonneau un peu de charbon en poudre grossière, ou, mieux encore, selon Berthollet, de charbonner intérieurement les douves elles-mêmes des tonneaux. Avec ces précautions, on prévient la décomposition des matières organiques, ou du moins on l'arrête, pour ainsi dire, à chaque pas qu'elle tente de faire. Le charbon, sans cesse en contact avec l'eau absorbe immédiatement les premiers produits de toute dissociation, et détruit cette espèce de levain qui ne manquerait pas de devenir la source d'un plus grand mal. La carbonisation intérieure des tonneaux procure encore un autre avantage, c'est que les substances solubles, et altérables par l'eau

que renfermait le bois, se trouvent détruites par ce commencement de combustion de toute la surface en contact, et que celle-ci ne peut plus rien communiquer ; en telle sorte que, si l'on avait rempli ces tonneaux avec de l'eau exempte de toute matière organique, elle s'y conserverait parfaitement et indépendamment de la propriété particulière au charbon. L'expérience a d'ailleurs confirmé ce fait d'une manière très positive. On a embarqué de l'eau renfermée dans de grandes caisses en tôle, et l'on a observé qu'elle n'y subissait aucune altération ; mais il paraît qu'en Angleterre, où ces essais ont été faits, on a été obligé de renoncer à ce moyen, en raison de la grande oxidabilité de ces vases. Peut-être pourrait-on trouver un vernis préservateur qui ne communiquerait rien de nuisible à l'eau.

On sait que les eaux pluviales, qu'on est obligé en certains pays de conserver, pour les besoins, dans des citernes, s'y altèrent assez promptement, et deviennent souvent l'occasion de maladies contagieuses. Il est donc bien important, pour ces contrées, d'avoir recours à des moyens capables de rendre ces eaux salubres, ou de les empêcher de se détériorer. M. Thénard attribue cette altération principalement à la désoxigénation de l'air contenu dans l'eau ; effet produit, selon lui, par la présence de matières organiques qui se décomposent. Ce célèbre chimiste conseille de maintenir d'abord les citernes dans un grand état de propreté, de filtrer les eaux pluviales au travers du sable avant de les y faire rendre, et d'entretenir enfin des courans d'air à la surface de l'eau. Si tous ces moyens ne suffisent pas, on a recours en dernier lieu à ceux que nous avons indiqués.

L'eau qui coule sur les terrains calcaires contient toujours une quantité notable de sels à base de chaux, et c'est là ce qui constitue cette qualité qu'on désigne sous les dénominations d'*eau crue*, *dure* ou *séléniteuse*. Cette espèce, qui se rencontre très souvent, se reconnaît facilement au précipité abondant qu'elle fournit par l'addition de quelques gouttes d'oxalate d'ammoniaque. La présence de ces sels calcaires empêche le savon de s'y dissoudre, ou du moins les premières portions qu

y délayent sont immédiatement décomposées. La chaux s'u-
avec les acides oléique et margarique pour former un savon
aire insoluble qui se précipite en larges flocons blancs,
dis que la soude ou la potasse contenues dans le savon se
binent avec l'acide primitivement uni à la chaux, et il se
duit un sel soluble qui reste dans l'eau. Lorsque le sel cal-
re est épuisé, le savon se dissout comme dans l'eau de bonne
lité, si l'on a eu la précaution de laisser déposer le savon à
de chaux, et de décanter l'eau avant d'ajouter de nouveau
on, autrement cette combinaison insoluble viendrait se pré-
iter à la surface, et nuirait à son union avec l'eau.

Il est facile de rendre raison de la difficulté qu'on éprouve à
re les alimens dans les eaux crues, car cela dépend évidem-
t du peu de solubilité de ces sels, qui, à mesure que l'eau
pore par les progrès de son ébullition, viennent se déposer
la surface des substances soumises à la coction, l'incrustent,
donnent de la rigidité, et la rendent tellement inaccessible,
il n'y a ni pénétration ni distension possible.

On rencontre dans les eaux crues deux espèces de sels cal-
res; tantôt c'est du gypse ou sulfate de chaux, et tantôt du
bonate de chaux; celui-ci est tenu en dissolution par de
ide carbonique. Ces espèces se reconnaissent aux caractères
ans : elles rougissent faiblement le papier de tournesol, et
couleur se rétablit par l'exposition à l'air; soumises à l'action
la chaleur, elles se troublent même avant d'avoir bouilli;
précipitent par l'ammoniaque caustique. Les eaux séléni-
es ne jouissent pas de ces mêmes propriétés, à moins qu'elles
contiennent en même temps les deux sels dont nous avons
mention; mais elles sont caractérisées par le précipité
elles donnent avec le nitrate et le muriate de baryte, préci-
qui ne se redissout pas par l'acide nitrique pur.

La chimie nous fournit des moyens simples pour rendre ces
, sinon potables, du moins telles qu'on puisse les appro-
aux autres usages économiques. Il suffit d'ajouter dans les
 séléniteuses une très petite quantité de carbonate de
e; d'où résultent et du carbonate de chaux, qui par le re-

pos se précipite en raison de son insolubilité, et du sulfate d soude, qui reste dans l'eau, et ne peut produire aucun eff nuisible. De même, en ajoutant quelques gouttes d'ammoniaq ou bien un peu de lait de chaux dans les eaux crayeuses, l'acid carbonique libre se trouve saturé, et le carbonate se dépos L'ébullition peut produire un effet semblable; mais ce moye est plus dispendieux, et ne peut s'appliquer qu'à de petit quantités.

Quand ces deux espèces de sels se trouvent réunies dans un même eau, il faut alors avoir recours à la fois et au carbona de soude et à l'ammoniaque. La plupart des eaux qui coule aux environs de Paris, et qui fournissent aux besoins de cet capitale, sont dans ce cas.

Dans les localités où le combustible est à bas prix, on pe avec beaucoup d'avantage appliquer l'action de la chaleur à purification des eaux crayeuses. Comme le carbonate de chau n'est dissous dans ces eaux qu'à la faveur d'un excès d'acic carbonique, il suffit d'un léger bouillon pour les en débarras ser. En abandonnant ensuite l'eau bouillie à elle-même, carbonate neutre de chaux s'en dépose, et il ne reste plus qu décanter.

L'eau pure est toujours identique à elle-même; elle est fo mée de la réunion d'un équivalent d'oxigène et d'un équiv lent d'hydrogène, ce qui correspond à un volume du prem et deux volumes du second, ou bien encore à 88,91 d'oxigèn et à 11,09 d'hydrogène. On trouvera à des articles spéciaux l principaux usages de l'eau. R.

EAU DE COLOGNE. Il existe une foule de recettes pour p parer l'eau de Cologne, et chacun prétend à l'avantage de po séder la véritable. Je vais en rapporter une qui m'a été conf depuis long-temps, et qu'une personne digne de foi m'a assu tenir de *Farina* lui-même. Je la copie textuellement.

Recette de Farina pour la véritable eau de Cologne.

I. 120 pots d'eau-de-vie.

Sauge Thym	6 gros.
Mélisse sèche Menthe	12 onces.
Calamus aromaticus	4 gros.
Racine d'angélique	2 gros.
Camphre	1 gros.
Pétales de roses — de violettes	4 onces.
Fleurs de lavande	2 onces.
— d'oranger	4 gros.
Grande absinthe	1 once.
Noix muscades Clous de gérofle Cassia lignea Macis	4 gros.

Deux citrons et deux oranges coupées par morceaux. Laissez acérer pendant 24 heures; distillez au bain-marie, et retirez pots.

Ajoutez dans le produit :

Essence de citron — de cédrat — de mélisse — de lavande	1 once 4 gros.
Néroli Essence de semence d'anthos	4 gros.
Essence de jasmin	1 once.
— de bergamote	12 onces.

Filtrez, et conservez pour l'usage.

Comme on recherche bien moins maintenant dans l'eau de Co-gne un médicament utile qu'un aromate agréable, on en a aucoup simplifié la composition, et parmi les nombreuses re-

celles qui existent pour cette préparation, il en est quelque
qui prescrivent une simple solution de diverses essences
l'alcool. Cependant il est nécessaire de savoir que le procé
la distillation est toujours préférable, parce que l'union est
intime et le bouquet mieux fondu.

Cadet-Gassicourt propose, dans le Dictionnaire des Sci
médicales, de la préparer comme suit :

R.	Alcool à 32°	2 litres.
	Néroli	24 gouttes.
	Essence de cédrat	
	— d'orange	
	— de citron	
	— de bergamote	
	— de romarin	

Ajoutez semences de petit cardamum 2 gros, distillez au
marie, et retirez les trois quarts de l'alcool.

La recette suivante ne prescrit point de distillation :

R.	Alcool à 32°	1 litre.
	Essence de citron	2 gros.
	— de bergamote	
	— de cédrat	1 gros.
	— de lavande	½ gros.
	— de fleur d'oranger	X gouttes
	Teinture d'ambre	X gouttes
	— de musc	¼ gros.
	— de benjoin	3 gros.
	Essence de roses	2 gouttes

Agitez le tout et filtrez.

EAUX DISTILLÉES. On en distingue de deux sorte
les dénominations d'*eaux distillées inodores* et d'*eaux di*
aromatiques. Les unes et les autres sont usitées en méd
les dernières le sont aussi en parfumerie. Leur préparatio
beaucoup de soin. En général, le meilleur moyen co

: les substances à distiller dans un vase construit comme
ıins-marie ordinaires, mais fermé seulement avec une
iétallique, en telle sorte que l'eau de la cucurbite puisse y
er de toutes parts. On conçoit qu'alors la distillation se
ellement à feu nu, mais que les matières sur lesquelles on
e peuvent se déposer sur les parois de la cucurbite, et
évite par conséquent toute altération que pourrait déter-
l'application immédiate de la chaleur. Les produits qu'on
t ainsi sont dépourvus de toute espèce d'odeur d'empy-
:, et ont une grande supériorité sur les autres. On réussit
encore en ne faisant pas plonger dans l'eau cette espèce
ın-marie, c'est-à-dire qu'il doit être assez peu profond
ıe pas atteindre l'eau de la cucurbite. Par cette disposition,
ɔstances qu'on soumet à la distillation ne sont pas immer-
et elles se trouvent seulement exposées à la vapeur de
ɔouillante, ce qui conserve au produit toute la pureté de
ırfu .

eaux distillées sont en général d'autant plus difficiles à
ver qu'elles sont plus chargées en principes; aussi doit-
renouveler souvent et prendre d'ailleurs toutes les pré-
ns convenables pour qu'elles s'altèrent le moins possible.
ı réussit le mieux dans ce cas, c'est de soustraire ces eaux
luence de la lumière, et d'entretenir un courant d'air à
ırface, ou de n'en laisser séjourner aucune portion.

réussit assez bien à rétablir les eaux distillées gâtées en
nt par pinte un grain environ de borax et autant d'alun,
e procédé ne doit être appliqué que dans la parfumerie,
que cette addition, toute minime qu'elle est, laisse ce-
nt quelque chose d'étranger qui peut altérer les médi-
ıs.

ıt certaines eaux, et particulièrement celle de fleurs d'oran-
ui deviennent très acides par leur décomposition ; alors le
ı indiqué ci-dessus serait insuffisant; le mieux à faire est
ter à l'eau un peu de magnésie que sature l'acide, et je re-
même comme certain qu'en ajoutant d'avance un peu de
ıase, on préviendrait ce genre d'altération.

Lorsqu'on substitue à l'eau simple l'alcool ou l'eau-de-vie, o nomme les produits *eaux distillées spiritueuses* ou *alcoolats* telles sont celles de mélisse, de canelle, l'eau vulnéraire, l'ea de Cologne, etc. etc. Comme ces liqueurs alcooliques entrent e ébullition à une moindre chaleur, on en opère la distillation a bain-marie; et lorsque les substances qu'on veut traiter par c moyen sont assez dures et compactes pour se laisser pénétrer di ficilement par l'alcool, on les laisse macérer pendant quelque jours avant de les soumettre à la distillation. R.

EAUX MINÉRALES. On nomme eaux minérales ou médici nales celles qui contiennent des substances étrangères en asse grande quantité pour avoir une action marquée sur l'économi animale. Leur nombre est très considérable. et leur usage, qu remonte aux temps les plus reculés, est aujourd'hui plus ré pandu que jamais. Les substances qui entrent dans leur com position sont assez variées; mais en général on n'en rencontr qu'un petit nombre coexistant dans la même eau.

L'analyse des eaux minérales est très délicate; elle exige tro de soins pour que nous devions entreprendre de la faire con naître dans cet *abrégé*. L'espace nous manquerait; nous born rons donc cet article à la description des procédés de préparati de quelques unes de ces eaux.

Quand les eaux minérales ne contiennent pas de fluides éla tiques en dissolution, on conçoit qu'il ne peut y avoir aucu difficulté à les préparer. Il suffit, en effet, de mélanger, proportions indiquées par les analyses, les substances qui d vent entrer dans leur composition, et de les dissoudre dans quantité de véhicule voulue; mais la chose n'est pas aussi ais lorsqu'il s'agit d'introduire quelques substances gazeuses da ces eaux, et surtout lorsqu'elles en doivent contenir un volum plus considérable que ne le comporte la pression atmosphériq ordinaire. On est forcé de recourir alors à des machines compression; la plus commode de toutes ces machines est d à M. Bramah, de Londres; elle se compose des parties su vantes :

1°. Un récipient A (Pl. 13, fig. 1), dans lequel se fait la

...RATES.			
...x.	de magnésie.	de ... / ...TIÈRES.	OBSERVATIONS.
...	0^{gm},3511	0^{gr}. 0^{gm},0227.	(*) Source dite d'*alun*.
...	....	0^{g}	(a) ^{gm} signifie *gramme*. ^{gr} —— *grain*. ^{pc} —— *pouce cube*.
	8^{gm},25	...éterminée (*b*).	(*b*) D'après M. Saint-Pierre.
...	....	... (des traces).	(*c*) Température, 46 à 69°.
			(*d*) Source du Sprudel.
...	....	2,... nates de stron-... èse; de phos-... et d'alumine; ...ux.	(*x*) A l'état de bi-carbonate.
...	80^{gr}	...ité indéterm. ..., 0,0250. 0^{gm}, 119.	(*e*) Source de la Pêcherie.
...	0^{gm},028	..., 0^{gm}, 104. ... (traces).	(*f*) Source de la pêcherie pour boisson.
..	$1/6^{gr}$	...	
..	....	57...	(*g*) Source de la Cardinale.
..	....	0,0...	(*h*) Fontaine de la Magdeleine.
			(*i*) Source du puits de César. Température, 45° centigr.
..	22^{gr},6	...	
..	....	2^{gr} ^{gr} 1/12.	
..	....	..., ^{m}, 076 / 17 / 035 (*k*)	(*k*) A l'état de carbonates.
..	134	28 9^{gr}.	(*l*) Cristallisé.
..	....	34 1/...	
..			
..			
..	9^{gr},5/24	...	
..	....	0,000006.	(*m*) Puits carré. Températ., 45°.
..	....	1... 0116.	(*n*) Source de la Grande Ville.

...us.

...runt.
...ouillon-Lagrange.
...inan.
...
...
... Berthier et Pavis.
...Longchamp.

composition de la substance qui fournit le gaz ; un gazomètre B, qui reçoit le gaz à mesure qu'il se forme, et donne passage à un agitateur dont on voit la tige et la manivelle au dessus du gazomètre.

2°. Un vase C contenant la solution saline avec laquelle le gaz doit être combiné.

3°. Une pompe D qui refoule le liquide et le gaz dans un vase clos destiné à le recevoir.

4°. Un condensateur sphérique E renfermant le liquide et le gaz, et dans lequel s'opère la combinaison.

Telles sont les pièces principales de la machine ; voici les autres pièces qui en dépendent :

Un volant F armé d'une manivelle G et monté sur un axe coudé H, qui donne le mouvement au piston de la pompe ; une fourchette I portant à l'extrémité de sa queue un collet K, qui embrasse le tourillon de la manivelle coudée de l'arbre H : les deux branches de cette fourchette sont terminées par deux pattes percées, traversées par un boulon L, qui l'unit au châssis M du piston N de la pompe ; ce châssis forme un rectangle composé de deux traverses OO réunies par les deux petites colonnes PP, dont les deux bouts reçoivent des écrous QQ qui pressent les traverses sur les embases dont ces colonnes sont garnies : la traverse supérieure porte une tige R servant de directrice et passant par un œil en cuivre S placé au milieu d'une traverse T fixe de la machine.

Le piston N est un cylindre en cuivre qui passe à travers une boîte ou couronne de cuir embouti U (fig. 2), semblable à celle des presses hydrauliques. La bride ou le bord rabattu de cette couronne est fixé et fortement comprimé contre l'ouverture de la pompe par un écrou V vissé dans cette même ouverture. Le corps de pompe D porte une large embase ou bride X, qui sert à le fixer sur une traverse Y de la machine.

L'extrémité supérieure du corps de pompe est fermée par une plaque à vis Z portant un tuyau *a* qui conduit à la boîte à soupape : cette boîte *b* fait corps avec la plaque Z, par l'inter-

médiaire du tuyau *a*; elle renferme deux soupapes : l'une *c*, donne passage au liquide et au gaz dans le corps de la pompe ; l'autre *d*, les laisse échapper et leur ouvre le chemin du vase C, au moyen du tuyau *h* qui les y conduit. Chaque soupape est placée au fond d'un trou cylindrique *f*, fermé par un bouchon à vis *g*.

Avant d'abandonner ce point de la machine, nous ferons remarquer le tuyau *h*, que l'on voit en coupe (fig. 2), et passant sous la soupape d'introduction *c*. Ce tuyau traverse toute la machine en passant sous le système des soupapes ; il communique par une de ses extrémités au gazomètre B, et par l'autre au vase C, qui contient la dissolution ; ses deux branches sont coupées par des robinets *i*, *i*, dont l'un intercepte l'arrivée du liquide, et l'autre celle du gaz : c'est au moyen de ces robinets que l'on règle la proportion du mélange du gaz, et par conséquent le degré de saturation du liquide.

Le tuyau *e* porte le mélange, refoulé par la pompe, dans une capacité sphérique *k*, où la saturation s'opère. Ce vase est muni des parties suivantes : 1° une ouverture d'introduction *l*; 2° un agitateur *m*; 3° une soupape de sûreté *n*; 4° un robinet de sortie *o*. Nous allons examiner successivement ces différentes parties, dont la construction est fort ingénieuse.

L'ouverture d'introduction *l* (fig. 3) reçoit l'extrémité du tube *e*, qui porte une petite bride dont le diamètre est presque égal à celui de l'embouchure : le fond du trou est garni d'une rondelle de cuir percée à son centre d'un trou égal à l'intérieur du tube *e* ; l'intérieur de l'embouchure est taraudé, et reçoit la vis *p*, à travers laquelle passe le tuyau *e*. Cette vis sert à comprimer la bride du tube *e* sur la petite rondelle de cuir, et à joindre ainsi hermétiquement le tube au ballon E. La pièce d'introduction est aussi fixée à ce même ballon par son extrémité filetée *q*, qui reçoit l'écrou *r* : l'embase extérieure en est séparée par une rondelle de cuir qui ferme hermétiquement le passage au liquide et au gaz que contient la sphère.

On a pensé que, pour combiner plus complètement ce gaz, il était convenable d'agiter ce mélange, afin de multiplier les points

de contact du gaz avec le liquide : à cet effet, on a placé dans le ballon un disque *m* (fig. 2), percé de trous et monté sur un axe *s*, qui passe par le centre de la sphère et sort par la tubulure *t*. Cette dernière pièce se compose de trois parties séparées : 1° le corps de la tubulure *t*, qui, passant à travers une ouverture pratiquée dans le ballon, en est séparé par une rondelle de cuir placée entre son embase et la surface intérieure de la sphère; 2° un écrou *u*, qui se visse sur la partie filetée du corps de la tubulure, et sert à comprimer l'embase dont nous venons de parler contre la surface intérieure du ballon, de manière à fermer hermétiquement l'ouverture qui reçoit cette tubulure. (*V*. fig. 4.)

Un autre objet très important était d'éviter la sortie du liquide et du gaz par l'ouverture de l'introduction de l'axe de l'agitateur, et de parvenir à fermer exactement ce passage sans augmenter sensiblement l'effort à exercer pour faire tourner l'agitateur. M. Bramah a disposé dans le corps de la tubulure *t* une petite couronne de cuir semblable à celle de la pompe, et fermée de la même manière par un bouchon à vis *w*. Cette sorte de bague, représentée fig. 4, a la propriété de fermer d'autant plus exactement, que l'expansion du gaz est plus forte, à cause de la pression qui s'exerce sur le petit cylindre de cuir, et qui l'applique plus fortement contre l'axe. Enfin ce même axe, dont une des extrémités repose dans une crapaudine *v* et l'autre dans un trou *x*, porte une petite roue d'engrenage *y*, qui reçoit son mouvement d'une autre roue *z* montée sur l'arbre H. Les deux roues étant égales, l'agitateur fait le même nombre de tours que la manivelle.

La soupape de sûreté *n*, dont l'orifice est d'une ligne et demie environ de diamètre, se compose d'une tubulure faisant corps avec la sphère, et sur laquelle se visse un tube fermé d'un petit bouchon à vis percé au centre, de manière à laisser passer la tige de la soupape; cette tige est surmontée d'une masse *i''* qui presse la soupape sur son ouverture, et dont le poids est déterminé de manière à obtenir dans le ballon une pression de 15 à 20 atmo-

sphères avant de laisser échapper le gaz; le tube qui reçoit la tige de la soupape est percé d'un trou latéral pour laisser échapper le gaz quand la soupape se lève.

Enfin, la dernière pièce est la tubulure du robinet de sortie; elle est fixée à la sphère de la même manière que la tubulure de l'agitateur : ce robinet, qui n'est à proprement parler qu'une soupape, porte un petit tube *a'* qui s'étend jusqu'au fond de la sphère. Le corps de la pièce est également percé d'un trou *b'* qui va joindre le premier, et qui se termine par un cône creux recevant l'extrémité de la tige *c'* qui forme le clapet. Cette tige, qui est lisse, passe à travers une boîte à étoupe qui termine la tubulure; elle est filetée d'un filet très gros à la partie qui traverse le bouchon de la boîte qui lui sert d'écrou; enfin, elle porte un manche *d'*, au moyen duquel on la fait avancer ou reculer, c'est-à-dire fermer ou ouvrir l'ouverture du tube *b'*. Un trou *e'*, percé près de cet orifice, donne passage au liquide saturé : un petit appendice *f'* s'introduit dans la bouteille, et dirige le liquide dont on la remplit. (*V*. fig. 4.)

La pièce *g'* qui porte cet appendice est un collier qui reçoit le corps du robinet; l'ouverture de ce collier est rendue ovale dans le sens vertical. Cette forme permet d'introduire une petite rondelle de cuir entre le corps du robinet et la surface intérieure du collier *g'*, pour fermer le passage du trou *e'* au tuyau *f'*; ainsi l'on commence par faire correspondre le trou *e'* avec l'orifice du petit tuyau *f'*, et l'on comprime cette partie de l'anneau *g'* sur la surface extérieure du cylindre, au moyen de la vis *h'*, ce qui ferme le joint de *e'* avec *f'*. Le petit tuyau *f'* est fileté à sa base et porte la capsule *i'*; cette dernière pièce est destinée à recevoir une rondelle *k'* formée d'une substance flexible, telle que le cuir ou la gomme élastique; et pour la retenir à sa place on a aussi fileté le corps du petit tuyau *f'*, en sorte que la rondelle est vissée sur ce tuyau jusqu'à ce qu'elle porte sur le fond de la capsule *i'*.

Entre la pièce *i'* et l'embase du collier, on a fixé un anneau plat qui tient à la cuirasse *l'*, en sorte que cette cuirasse, formée d'une portion de cylindre, peut tourner et se placer dans la si-

tuation convenable ; elle a pour objet de garantir l'ouvrier des éclats de bouteilles lorsqu'elle se rompent en les remplissant d'eau gazeuse.

Nous avons parlé plus haut d'une rondelle flexible *k'*; elle sert à tenir fermée l'ouverture de la bouteille au moment où on l'emplit, afin que le gaz ne puisse s'échapper; et pour tenir le col appliqué contre la rondelle, on a placé une bascule en bois *n'* tournant sur la charnière *o'*. L'une des partie de cette charnière est vissée sur la bascule, l'autre sur un support en bois *p'*. Cette dernière pièce est fixée à un second support *q'* en fonte, faisant corps avec la machine par un boulon *r'* ; une entaille *s'*, pratiquée dans le support *p'*, permet de le placer à la hauteur convenable pour la grandeur des bouteilles que l'on emplit.

Le condensateur sphérique E en cuivre se compose de deux hémisphères portant chacun une bride servant à les réunir, au moyen de douze boulons qui, traversant la bride de l'hémisphère qui porte le robinet, vont se visser dans celle de l'autre : quatre autres boulons fixent cette dernière moitié de la sphère sur un cercle de fonte *t'*. (*V*. fig 2 et 4.)

Toutes les pièces dont nous venons de parler sont montées sur un bâti en fonte composé de deux parties semblables *u'*, réunies par des pièces en fonte *v'* qui font corps avec elles, et par des boulons d'écartement *x'* filetés à leurs extrémités et munis d'écrous *y'*. Ce bâti porte les collets *z'* de l'arbre H. Les quatre colonnes inclinées *a''* sont montées chacune sur un patin traversé par deux vis qui assujettissent la machine sur un grand plateau en fonte ou en bois.

Lorsqu'on veut faire usage de la machine, on remplit le vase C de la solution saline qui compose la base de l'eau que l'on veut produire; on jette dans le récipient A les substances dont la décomposition doit produire le gaz, et l'on y verse le liquide qui doit opérer cette décomposition. Le gaz, en se dégageant, soulève le gazomètre B, que d'ailleurs on équilibre par une chaîne passant sur une poulie et portant un poids à son extrémité. Un petit agitateur *c''* sert à remuer le mélange pour aider au développement du gaz.

Ces deux parties ainsi préparées, on met la pompe en jeu en faisant tourner le volant, et l'on ouvre les deux robinets *i*, *i* d'une portion convenable, que l'expérience fait bientôt découvrir, et dont on s'assure en tirant une ou deux bouteilles d'eau. Lorsqu'on la juge suffisamment gazeuse, on commence à remplir les bouteilles, et l'on règle définitivement l'ouverture des robinets *i*, *i*, de manière que le temps nécessaire pour emplir une bouteille soit suffisant pour amener une même quantité de liquide saturé dans le condensateur. Par ce moyen, la continuité s'établit, et l'on peut placer autant de bouteilles qu'il est possible d'en remplir. Ce nombre, qui varie selon l'habileté de l'ouvrier, peut s'élever de cent cinquante à deux cents par heure.

L'ouvrier chargé du remplissage place la queue du levier *n'* entre ses jambes, et fait baisser l'autre extrémité de ce levier jusqu'à ce qu'il puisse introduire le petit tuyau *f'* dans le col de la bouteille : alors il pose la pointe de cette bouteille dans une petite cavité du levier *n'* destinée à la recevoir, et appuyant sur la queue du levier, il comprime l'orifice de la bouteille contre la rondelle *k'*, afin de la fermer : ensuite, en tournant le levier *d'* du robinet, le clapet *c'* s'ouvre, et le liquide se précipite dans la bouteille. Cependant l'air atmosphérique dont ce vase est rempli s'opposerait à l'introduction du liquide, si l'ouvrier n'avait pas soin, par quelques mouvemens du levier *n'*, d'ouvrir de temps en temps l'orifice de la bouteille. Aussitôt qu'il s'aperçoit qu'elle est pleine, il referme subitement le robinet, retire vivement la bouteille et enfonce le bouchon préparé pour la fermer. Cette opération doit être faite avec la plus grande promptitude, sans quoi le gaz s'échapperait, et l'eau ne serait plus aussi chargée.

Les bouteilles cassent quelquefois en les remplissant; aussi l'ouvrier doit-il avoir un gant très fort à la main qui saisit la bouteille; sa figure doit être couverte d'un masque d'escrime, et il aura devant lui un tablier de cuir qui le couvre depuis le cou jusqu'aux pieds. Enfin, il placera la cuirasse de manière à garantir tout le corps; car l'explosion est souvent si forte, que

les éclats de verre pourraient couper les habits et pénétrer au travers. Cela arrive aussi en bouchant les bouteilles pour les ficeler, et ensuite en plongeant le col dans la résine.

Les fig. 5 et 6 représentent une petite machine dont on se sert pour ficeler les bouteilles; elle se compose d'une forte pièce de bois 1, sur laquelle est assemblé un montant 2 et un support 3 : la première de ces pièces reçoit une vis 4 dont une extrémité porte une petite manivelle 5. La partie filetée de la vis passe dans un écrou fixé à la pièce 6, semblable au montant 2, et dont le pied glisse dans une coulisse pratiquée dans la pièce 1. Il est facile de voir que, si l'on tourne la manivelle dans un sens ou dans l'autre, la vis étant fixe, on fera avancer ou reculer la pièce 6. La partie supérieure de cette dernière est garnie d'une plaque 7 portant une fente terminée par un petit trou (fig. 6), et la queue est aussi munie d'une plaque 8 fixée par des vis et servant à la retenir dans la coulisse. Un collet 9 retient la vis 4, et la crapaudine 10 du support 3 reçoit l'extrémité de cette même vis. De cette manière elle est retenue aux deux extrémités, et ne peut avoir que le mouvement de rotation nécessaire pour faire avancer ou reculer la pièce 6.

Pour faire usage de cette machine, il faut, après avoir préparé la ficelle autour du col de la bouteille, la placer dans la position horizontale qu'on voit (fig. 5), en assujettissant la pointe dans une cavité pratiquée dans le montant 2, et faire passer la partie inférieure de la ficelle par la fente de la plaque 7; ensuite on fait agir la vis, qui, en attirant la pièce 6, comprime le bouchon sur le col de la bouteille; on fait le nœud, et la bouteille est ficelée : il ne reste plus alors, pour compléter la fermeture, qu'à plonger le col dans la résine.

M. Planche, en modifiant l'instrument de physique connu sous le nom de *Fontaine de compression*, en a fait un appareil peu dispendieux, très simple, et des plus convenables à la préparation des eaux gazeuses, lorsqu'il ne s'agit que d'une fabrication assez limitée. Voici en quoi il consiste :

A (Pl. 15, fig. 7) est un vase cylindrique en cuivre poli,

étamé intérieurement en étain fin, et portant à sa base un ro-
binet à vis B. On sonde dans l'intérieur de ce vase, à un centi-
mètre environ au dessus du robinet, une espèce de diaphragme
ou double fond C, également étamé et percé de plusieurs trous
très rapprochés, à la manière d'un crible. Un autre trou plus
large D, pratiqué au centre de ce double fond, donne passage à
un canal de verre ou d'étain fin E, ouvert par les deux bouts,
et traversant le vase perpendiculairement jusqu'à une ligne ou
environ du premier fond. A l'une des extrémités de ce canal, on
a fixé un robinet qui s'ajuste à vis, d'une part, en F, à la partie
supérieure et centrale du cylindre; de l'autre part, en G, avec la
pompe foulante HI à double soupape, de manière à établir la
communication de la pompe avec le reste de l'appareil. Sur la
route du cylindre, à 3 centimètres du robinet FG, on a vissé un
ajustage également à robinet K, dont l'usage sera bientôt in-
diqué.

Lorsqu'on veut charger l'eau d'acide carbonique, il faut avant
tout évacuer l'air atmosphérique du cylindre. On remplit en con-
séquence ce vase avec de l'eau pure, et l'on y visse le robinet FG.
Pour faciliter le jeu de la pompe et la condensation du gaz, et
permettre à l'opérateur de brasser l'eau à mesure qu'elle se sa-
ture, on fait écouler un huitième environ de ce liquide; mais,
comme l'écoulement ne peut avoir lieu sans une pression quel-
conque, on remplace le gaz extérieur par du gaz acide carbo-
nique à l'ajustage K, on adapte une vessie pleine d'acide car-
bonique, et l'on ouvre les deux robinets K et B : celui-ci donne
issue à une certaine quantité d'eau qui se trouve remplacée par
le gaz. Dès qu'on a retiré assez, on ferme les robinets et l'on ôte
la vessie; alors on visse au robinet FG la pompe H, et au tuyau
latéral de cette pompe en I, une vessie remplie d'acide carboni-
que et d'une capacité connue. Le robinet FG et celui de la ves-
sie étant ouverts, on enlève le piston; ce premier mouvement
détermine l'ouverture du dehors en dedans de la valvule I et le
passage du gaz de la vessie dans le corps de la pompe, d'où il
est ensuite refoulé dans le canal E par l'abaissement du piston.
Arrivé à l'extrémité inférieure de ce canal, l'acide carbonique

qui, à raison de sa légèreté spécifique, tend à gagner la surface de l'eau, est encore sollicité par la forte compression qu'il éprouve; mais, étant obligé de se tamiser en quelque sorte à travers les trous du diaphragme C, il présente ainsi de grandes surfaces et se dissout facilement. La première vessie étant vidée, on la remplace par une deuxième, une troisième, et ainsi successivement jusqu'à ce que l'on ait chargé l'eau du gaz nécessaire pour l'espèce d'eau minérale qu'on veut obtenir.

Pour faciliter la solution du gaz, on doit, autant que possible, opérer dans un lieu frais, et suspendre de temps à autre le jeu de la pompe qui échauffe nécessairement un peu d'eau. On profite de ces intervalles pour brasser l'eau et déterminer l'absorption d'une nouvelle quantité d'acide carbonique. Quant à la manière d'obtenir l'acide carbonique, elle est la même que pour les autres appareils, et l'on doit autant que possible faire choix du marbre blanc; les craies les mieux lavées et les plus pures contiennent toujours des matières étrangères qui communiquent une mauvaise saveur au gaz acide carbonique.

Lorsque les eaux minérales qu'on veut composer doivent contenir, outre le gaz carbonique, quelques autres matières et plus particulièrement des sels, on les dissout d'abord en proportion convenable dans l'eau destinée à cette préparation, puis on y ajoute le gaz à la manière ordinaire; mais il est bon, pour les subtances un peu actives, d'en faire la solution à part, et de verser séparément dans chaque bouteille la quantité nécessaire, ce qui s'effectue facilement au milieu d'un tube gradué, ou mieux d'une burette semblable à celle décrite à l'article ALCALIMÉTRIE.

Les eaux ferrugineuses se préparent ordinairement en mettant en contact de l'eau gazeuse avec de la limaille de fer; on obtient ainsi, par l'agitation et un séjour prolongé, une solution dont on détermine la composition d'une manière exacte; puis on verse dans chaque bouteille une mesure de la solution filtrée, et on achève de remplir avec l'eau saline gazeuse appropriée à l'espèce d'eau qu'on se propose d'imiter. R.

ÉBULLITION (*Arts mécaniques*). Lorsqu'on expose un vase

ouvert contenant de l'eau à l'action du feu, la chaleur qui pénètre à travers les parois du vase atteint les couches liquides contiguës aux parois : l'eau ainsi échauffée se dilate, devient plus légère spécifiquement, et monte à la surface, faisant ainsi place à de l'eau plus froide qui s'échauffe de même et monte à son tour. La chaleur se répand ainsi dans la masse entière, non point par simple communication à la manière des substances qui conduisent bien le calorique, mais par une translation et un mélange des parties à différentes températures. L'action du feu détermine donc dans la masse liquide une agitation qui devient de plus en plus vive ; l'air qui s'y trouve en dissolution prend plus de légèreté que l'eau par sa grande dilatabilité, et la différence de densité surmonte l'attraction du liquide et l'adhérence des parties ; l'air se dégage donc, et c'est un des moyens les plus commodes de rendre un liquide exempt d'air. En continuant, l'eau elle-même se réduit en vapeur, et comme l'eau qui est contiguë aux parois échauffées prend la première cet état élastique, les bulles de vapeur d'eau fendent le liquide pour s'échapper en montant ; mais le reste de la masse n'étant pas encore arrivé à la température où la vapeur peut se former, les bulles ascendantes y répandent leur température, et reprennent la forme liquide : on voit donc les bulles monter et disparaître dans la masse.

Mais dès que l'eau s'est assez échauffée pour permettre aux bulles de vapeur de surmonter la pression de l'air, le liquide est alors en *ébullition*, c'est-à-dire laisse dégager dans l'atmosphère les bulles de vapeur qui se sont formées sur les parois contiguës au feu. Ce n'est d'abord qu'une sorte de *frémissement*, auquel la masse entière ne semble pas participer ; mais bientôt la vapeur s'élève par torrens, et le liquide *bout*. L'action du feu fournit à l'eau toute la chaleur nécessaire à la vaporisation, jusqu'à ce que toute l'eau ait disparu.

Tous les liquides éprouvent des actions semblables à celle que nous venons de décrire, mais avec des circonstances accidentelles propres à chaque espèce.

L'ébullition est un des procédés les plus employés pour *con-*

ntrer les liquides, c'est-à-dire pour en dégager l'eau qui *end* les dissolutions, du moins lorsque la chaleur n'altère ni e décompose la substance. C'est ainsi qu'après avoir concentré usqu'à un certain point les eaux salées qu'on retire du sein de a terre ou des mers, soit en les exposant à l'action de l'air ans des *bâtiments de graduation,* soit en laissant la chaleur du oleil pénétrer tranquillement le liquide, on porte ensuite eau salée dans des chaudières où le feu achève de faire précipiter le SEL MARIN.

La quantité de chaleur nécessaire pour amener un liquide à 'ébullition (*v.* CHAUFFAGE), et sa température à cet instant, varient avec les diverses substances, et aussi avec la densité de 'air; et d'abord on remarque que, dans le vide, la vaporisaion est instantanée; il faut regarder l'air comme retardant cet ffet par la compression qu'il exerce à la surface : diminuez la ensité de l'air, et l'ébullition se fera à une température plus asse. (*V.* ÉVAPORATION.)

Dans l'air soumis à la pression barométrique de 76 centimèes, l'eau bout à une température constante qu'on appelle 100 *degrés* (*v.* THERMOMÈTRE) : c'est qu'alors la force expansive de a vapeur, qui est comprimée par le poids de l'air, est plus orte que cette pression et la surmonte. L'eau est alors à la même température que sa vapeur, lorsqu'elle n'a pas encore pu e dégager, s'étendre, et, par cet accroissement de volume, perdre de sa chaleur sensible. Si l'on se transporte sur le sommet l'une montagne, la pression de l'air y est moindre; le mercure du baromètre s'y tient moins haut, et l'ébullition se fait à une plus basse température. On peut regarder comme un fait d'expérience que, pour tous les lieux qui ne sont pas élevés de plus le 400 mètres (200 toises) au-dessus du niveau des mers, une diminution d'un pouce (27 millimètres) dans la colonne barométrique répond à 1° de moins dans la température de l'ébullition de l'eau, 2 pouces à 2°; ainsi, à 27 pouces de pression, 'eau bout à 99 degrés centigrades; à 26 pouces, elle bout à 98°; 29 pouces, elle bout à 101°; à 30 pouces, à 102° : mais au

dues, sont souvent très élégans ; mais, en conservant la fragilité de l'écaille, ils n'en ont pas la transparence. Fr.

ÉCARLATE. L'écarlate est une des couleurs les plus belles et les plus éclatantes; on ne l'a obtenue jusqu'ici qu'au moyen de la cochenille ; aussi est-elle une des plus dispendieuses.

Il n'est pas possible de fixer d'une manière invariable les doses des différentes substances qui entrent dans cette couleur; elles doivent nécessairement varier avec l'intensité des nuances que l'on veut obtenir : en général, on emploie pour chaque livre de drap ou de laine, une once de cochenille, deux onces de crème de tartre, et un gros de dissolution d'étain.

Reste maintenant à savoir comment on doit procéder; mais, avant de l'indiquer, nous dirons quelques mots et du choix des matières premières et des précautions qu'il faut prendre pour réussir.

On sait d'abord que toute nuance délicate nécessite un grand degré de blanc et de netteté dans l'étoffe qui doit la recevoir; et l'écarlate est peut-être de toutes les couleurs celle qui exige le plus de soins sous ce rapport. Aussi, tout ce qui peut contribuer à écarter les substances étrangères doit être scrupuleusement observé.

L'eau qu'on emploie à cette teinture doit être limpide et exempte de sels terreux ou métalliques.

Comme la cochenille peut varier de qualité et contenir des proportions très différentes de principe colorant, on la soumet au même genre d'essai que l'indigo, en substituant à une dissolution sulfurique de cette substance une teinture de cochenille. Il est évident que plus il faudra de chlorure de chaux pour décolorer une même mesure de teinture de cochenille, et plus celle-ci renfermera de particules colorantes.

La dissolution de chlorure d'étain doit être au *maximum* (*v.* Perchlorure d'étain), ce qu'on reconnaît à ce qu'elle ne porte pas le trouble dans le chloride d'or. Le tartre que l'on emploie comme mordant doit être le plus pur possible, c'est-à-dire à l'état de crème de tartre. On s'assure de sa qualité en le cal-

cinant et en titrant le résidu comme il a été dit à l'article Alcoolimétrie.

Les vases dans lesquels on opère doivent être de la plus grande propreté. Depuis quelques années, on a substitué au cuivre et à l'étain des cuves en bois dans lesquelles le bain est échauffé par le moyen de la vapeur d'eau.

Après toutes ces notions préliminaires, il nous reste à indiquer comment on doit procéder à cette opération, et nous dirons d'abord qu'on la fait ordinairement en deux fois. On commence par donner à l'étoffe un pied de jaune, soit avec le fustet, le quercitron, ou le curcuma; on fixe cette teinture au moyen du tartre et de la dissolution d'étain, qui servent en même temps de mordant pour le bain suivant. Cette première teinture a pour objet de rehausser la couleur de la cochenille et de lui donner un plus joli reflet; quelques praticiens y ajoutent une petite quantité de cochenille, mais d'autres la réservent entièrement pour le second bain. Dans tous les cas, il faut avoir soin, après cette première opération, d'éventer l'étoffe et de laver à grande eau avant de passer outre.

Le deuxième bain se prépare en faisant d'abord chauffer une quantité convenable d'eau, et, lorsqu'elle est sur le point d'entrer en ébullition, on y délaie toute la portion voulue de cochenille pulvérisée, et on laisse en repos. Après un certain temps, on voit une espèce d'écume se rassembler à la surface, et, quand le bouillon est prêt à percer, on ajoute encore une nouvelle quantité de dissolution d'étain, puis l'on brasse exactement; si la température s'élève trop, on rafraîchit un peu le bain avec de l'eau froide. C'est alors qu'on immerge l'étoffe, en ayant soin de la tourner très rapidement dans le commencement, et de s'opposer avec un bâton à ce qu'aucune partie ne surnage. On laisse bouillir environ une heure; et, après ce temps, on lève, on évente, et l'on refroidit l'étoffe, puis on lave à la rivière, et l'on fait sécher.

J'ai indiqué, dans le deuxième alinéa de cet article, les doses respectives de chacune des substances qui entrent dans la composition de l'écarlate, et j'avertis ici de nouveau qu'elles n'ont

rien de définitif, et qu'on doit les modifier suivant la qualité des ingrédiens et suivant la manière de les employer.

Comme le bain dans lequel on a fait l'écarlate contient encore beaucoup de matière colorante, on s'en sert ordinairement pour obtenir diverses nuances, en y ajoutant quelques autres ingrédiens. (*V*. Teinture.)

Je terminerai cet article par indiquer la manière de préparer l'écarlate sur laine pour l'impression.

On fait bouillir une livre de cochenille pulvérisée dans 4 pintes d'eau, jusqu'à réduction de moitié; on passe le tout sur un tamis de soie. On réitère cette même ébullition trois autres fois, puis on réunit les huit pintes de décoction, pour les épaissir convenablement, avec deux livres d'amidon, et l'on fait cuire comme si c'était de l'empois. On laisse refroidir ensuite jusqu'à 40°, et l'on y ajoute 4 onces de dissolution d'étain et 2 onces de sel d'étain ordinaire. Cette couleur se fixe, comme toutes les autres, en la soumettant pendant deux heures à l'action de la vapeur.

Lorsqu'on veut avoir un rouge ponceau, on ajoute 2 onces de curcuma en poudre avec la cochenille.

La dissolution d'étain dont nous venons de faire mention se fait de la manière suivante : on prend

1 once d'acide nitrique à 36°;
1 once de sel ammoniac,
4 onces d'étain en grenailles.

On partage l'étain en 8 doses à peu près égales, et l'on en ajoute une tous les quarts d'heure environ. R.

ÉCHAPPEMENT (*Arts mécaniques*.) Lorsqu'un poids ou un ressort agit sur un rouage, et que rien ne diminue son action, les roues entrent en mouvement avec rapidité et variation de vitesse; une pareille machine, outre qu'elle épuiserait en peu de momens la puissance motrice, ne serait pas propre à mesurer des durées égales. Mais si l'on dispose, au dernier mobile, un obstacle qui permet et défend alternativement la rotation, et cela d'une manière régulière, il est clair que les mouvemens du rouage pourront devenir propres à mesurer des durées égales. Ce régulateur est ou un Pendule qu'on fait os-

eiller, ou un BALANCIER dirigé dans ses excursions par un ressort spirale qui se meut en va-et-vient. Dans les deux cas, les frottemens et la résistance de l'air ne tarderaient pas à éteindre le mouvement qu'on aurait imprimé à ce régulateur, si la force motrice de l'horloge ne le rétablissait sans cesse. La pièce qui communique à ce régulateur la force propre à réparer ses pertes, est l'*échappement.*

On distingue deux sortes d'échappemens, les uns dits *à recul* et les autres *à repos*. Dans les premiers, la roue, animée par le moteur, pousse le régulateur de manière à lui imprimer un mouvement trop étendu; cette roue est donc ensuite forcée à céder lorsque le régulateur revient à son état primitif; elle retourne en arrière avant que de pouvoir à son tour imprimer un mouvement; il y a un temps de recul à chaque vibration, et par suite perte de force et de durée, frottement sans utilité, destruction des parties en contact, etc. Dans l'*échappement à repos*, le régulateur, en revenant à sa première position, au lieu de trouver une dent qui lui résiste, comme dans le cas précédent, ne rencontre qu'un arc concentrique à ses excursions, sur lequel il se meut sans trouver de résistance, jusqu'à ce qu'il ait rencontré la dent qui doit le pousser pour réparer ses pertes. Cet arc se nomme l'*arc de repos*, parce que le régulateur le décrit sans recevoir l'action du rouage; la force motrice n'agit plus que sur l'axe du balancier; ce mode diminue les frottemens, permet des excursions plus fréquentes et plus étendues, ce qui est toujours avantageux; l'emploi des huiles y offre moins d'inconvéniens, etc. Enfin, les échappemens à repos sont, sans contredit, les meilleurs, mais les plus coûteux et les plus difficiles à exécuter.

I. *Échappement à roue de rencontre et à verge.* Le volant, ou la roue sans dent HK (fig. 1, Pl. 13), est ce qu'on appelle un BALANCIER; la *verge* ou l'axe CL, qui lui est perpendiculaire, porte en deux points de sa longueur deux *palettes* ou dents L, L', convenablement écartées; une *roue de champ* G, dite de *rencontre*, présente l'une de ses dents à la palette L, qu'elle chasse devant elle; le balancier pirouette sur son axe, et l'autre pa-

lette L' vient se présenter à la dent qui est diamétralement opposée, laquelle presse à son tour cette palette L'. et fait tourner le balancier en sens contraire. Le nombre des dents de la roue de rencontre doit être impair. On a vu (T. I, p. 283, et fig. 1, 2, Pl 5) comment le spiral, en faisant pirouetter le balancier, communique sa force élastique à l'axe ou *verge* en se débandant. Quand une palette se présente à une dent, elle fait reculer celle-ci par l'impulsion que lui donne le balancier en circulation; puis la dent reprend le dessus et chasse à son tour la palette, parce que l'impulsion de celle-ci s'est éteinte.

L'échappement à roue de rencontre est aussi employé dans les horloges; le balancier est alors remplacé par un pendule P fixement attaché à la verge, qui est armée de palettes et disposée horizontalement. (*V*. fig. 2, Pl. 13.)

Il serait superflu de discuter ici les nombreux défauts de l'échappement à verge; mais il a de si grands avantages, qu'on doit le regarder comme le meilleur de tous les échappemens, pour les pièces qui n'exigent pas une marche fort précise, parce qu'il peut fonctionner sans huile, qu'il se ressent moins des imperfections du spiral, qu'il n'arrête le mouvement que lorsqu'il est décidément mis hors d'état par l'usage, qu'il est très peu coûteux, etc.

II. *Échappement à ancre*. La roue A (fig. 3) est à Rochet; le système d'engrenage, mû par un poids ou un ressort, la pousse sans cesse, mais elle est arrêtée par la branche DI de la pièce CBD, nommée *ancre*, laquelle est fixée au pendule. Lorsque celui-ci, dans son mouvement d'oscillation, passera de l'autre côté de la verticale, la branche DI se levera et laissera passer la dent I qu'elle ne retiendra plus : mais l'autre branche CK de l'ancre s'abaissera en même temps, et, rencontrant une autre dent K' de la même roue, arrêtera à son tour le mouvement, parce que la *palette* entrera au fond de la dent sans toucher à ce fond. Dans cette position, la dent à rochet reste immobile, attendu que la palette n'a d'action que sur la face inclinée de la dent. Mais cette branche CK se levera bientôt, entraînée par le pendule, laissera passer la dent K' qu'elle re-

tenait, tandis que la branche DI se présentera à la dent suivante I'. Il en résulte qu'à chaque double oscillation il ne passe qu'une seule dent de la roue d'échappement A, et que la pression que celle-ci exerce, sous l'influence du moteur, contre les extrémités K,I, de l'ancre, restituent au pendule les pertes qu'il éprouve par les résistances.

Ce mécanisme est fréquemment employé dans les pendules d'appartement. On varie beaucoup la forme de l'ancre, mais la plus ordinaire est celle de la fig. 4. La levée de l'ancre dépend de l'étendue de l'excursion du pendule, et par suite de l'intensité de la force motrice. Il n'y a donc uniformité dans les durées qu'autant que le moteur exerce une action constante, qui donne des amplitudes égales, quand les frottemens sont invariables.

Cet échappement est à recul; mais Graham lui a donné un grand perfectionnement en lui ôtant le recul (fig. 5); il a formé les palettes BD de l'ancre en arc de cercle, et elle correspondent aux plans inclinés IK qui produisent l'impulsion sur le pendule. On peut faire les palettes en rubis, qui, travaillés sur la forme convenable, et collés avec de la gomme laque, dans une fourche de l'ancre, donnent aux mouvemens de la pendule une précision extrême.

III. *Échappement à chevilles* (fig. 6). Une roue plate et sans dents AK porte une rangée circulaire de chevilles implantées perpendiculairement à son limbe; la tige du pendule tient fixement à deux bras KL et LI; les oscillations font successivement élever et abaisser ces bras, et les choses sont disposées de manière que quand le bras IL est arrêté et pressé par une cheville, l'autre bras KL est libre; mais bientôt le premier va s'écarter sous l'influence du pendule qui l'entraîne, et la branche KL sera de suite saisie par une cheville, dès que IL aura quitté la sienne. Quand la cheville est rendue libre, la roue tourne par l'effet du moteur, et la palette L reçoit le choc, puis s'enfonce en glissant sous la cheville, tandis que la roue demeure immobile. Comme il n'y a pas de recul, l'aiguille des secondes ne recule pas, et l'on observe un temps de repos. L'oscillation

revenant en sens opposé, la cheville agit sur un plan incliné, courbé en arc de cercle, et rend le mouvement.

Quelquefois on dispose les chevilles alternativement sur les deux faces de la roue, et les bras sont dans des plans parallèles, l'un d'un côté, l'autre du côté opposé (comme fig. 3) de la roue d'échappement, pour y être attaqués par les chevilles.

IV. *Échappement à cylindre.* Cet appareil, imaginé par Graham, est celui qu'on met en usage dans la plupart des montres confectionnées avec soin, et surtout des montres à secondes, dont la marche est régulière et précise. Le balancier a pour axe un cylindre creux A (fig. 7) entaillé d'une fenêtre dans une petite partie de sa longueur, de manière à présenter un demi-tuyau concave du côté de la roue d'échappement B. Cette roue est bordée par des dents espacées en demi-cercle, pour qu'à certains temps, le demi-cylindre puisse s'y loger : chaque dent est terminée par une sorte de bec transversal, qu'on nomme *plan incliné*, et qui est destiné à pousser le cylindre, comme il va être expliqué.

Toutes les pointes des plans inclinés doivent être sur une même circonférence et passer par l'axe A du balancier, en se présentant à leur tour à la fenêtre A dont le cylindre est entaillé. La forme que présente ce cylindre est telle, que, coupé transversalement à cet endroit, il offre une demi-couronne circulaire, et l'on a indiqué (fig. 8) la manière dont chaque dent agit sur ce corps. Cette figure montre la situation de ce demi-anneau par rapport aux plans inclinés de la roue dans les diverses phases de sa révolution; seulement on y a supposé la roue immobile, et transporté la section de l'arbre aux dents successives de la roue, pour en montrer le jeu. On voit en E un plan incliné qui presse le tranchant de ce demi-tube, le pousse devant lui, et contraint le balancier à pirouetter sur son axe. Comme la dent E chasse le tranchant du cylindre devant elle, celui-ci tourne et va présenter sa partie concave et interne à la dent, sur laquelle la pointe glisse et repose jusqu'à ce que l'excursion du balancier soit achevée, ainsi qu'on le voit figuré en D : c'est un temps de repos. Mais bientôt le retour du balan-

cier ramène le bord du tranchant du cylindre contre la dent, et l'action se répète en E. A la fin de l'action, la dent suivante tombe à la surface extérieure du demi-anneau, où elle se repose à son tour, comme en F.

Un des avantages de ce mécanisme, c'est qu'il est presque insensible aux inégalités de la force motrice, et que la montre est facile à régler dans toutes les positions où on la met. Cet échappement fait peu de bruit dans ses mouvemens lorsqu'il est bien exécuté.

Comme le frottement tend à user le cylindre, et que, dès qu'il est attaqué, la machine fonctionne mal et est bientôt mise hors d'usage, on rend les frottemens les plus doux possibles.

Le célèbre Bréguet, dont le génie se retrouve dans toutes les parties de l'horlogerie, a perfectionné l'échappement à cylindre, non seulement en y faisant fonctionner un cylindre en rubis, mais encore en donnant à la roue d'échappement une forme particulière. (*V*. fig. 9, 10 et 11.) Il a façonné le cylindre *ad* en lui donnant une sorte d'étranglement *h*, qu'on appelle une *manivelle*, et la pierre *h* est au bout, attaquée en l'air par les dents IKG de la roue.

V. *Échappement d'Arnold à vibrations libres*. C'est ce système qu'on emploie de préférence dans les garde-temps et les pièces dont on attend une grande précision, sans que les oscillations soient fort rapides. Les chronomètres de Bréguet sont construits sur ce système, et ne battent que 5 vibrations en 2″, ou 216 mille oscillations par jour (fig. 12).

A l'axe du balancier est fixée la pièce échancrée D, ainsi que le doigt *t* : tout cela fait corps ensemble et tourne à la fois. Aux pièces solides de la montre est fixé le ressort *mn*, qui est armé de deux mantonnets ou talons d'arrêt *q* et *p*; le premier *q* sert à butter contre les dents de la roue d'échappement C, et à l'empêcher de tourner, à moins que cet obstacle *q* ne soit soulevé. L'autre mantonnet *p* pose sur un ressort *sr* extrêmement flexible, qu'on allonge jusqu'à dépasser le bout du doigt *t*. Voici le jeu de ce mécanisme.

Quand le balancier tourne dans le sens indiqué fig. 12 par la

flèche, il entraîne le disque échancré D et le doigt *t* : ce disque ne rencontre pas les dents de la roue d'échappement, parce que l'échancrure laisse un intervalle. Le doigt *t* rencontre bien, il est vrai, le ressort *sr*; mais celui-ci est tellement flexible qu'il cède, presque sans résistance, et se courbe quelque peu en *r*, pour laisser passer le doigt *t*. Mais au retour du balancier, ce doigt *t* prend ce ressort *sr* en dessous, et l'appuie sur le talon *p*, qui est très près du bout et devient le centre du mouvement. Dans cet état, ce ressort offre assez de résistance pour ne laisser passer le doigt *t* qu'en enlevant le mantonnet *p*, et avec lui le ressort *mn* et le mantonnet *q*; ainsi est dégagée la roue d'échappement, dont on voit passer une dent; mais cette roue est arrêtée ensuite sur la dent suivante *i*. Dans cet instant, une dent va frapper dans l'échancrure *f*, et restitue au balancier la force qu'il a perdue. A chaque double vibration de celui-ci, le mantonnet *q* du ressort *mn* laisse passer une dent de la roue d'échappement C, et le balancier reçoit une impulsion. Les vibrations sont ici assez fortes pour faire un bruit très marqué, et l'on peut aisément compter les oscillations, qui ne sont pas rapides et qui frappent fermement.

Dans les échappemens à repos, où la roue reste un temps immobile, on rencontre divers inconvéniens que n'ont pas ceux à vibrations libres; les frottemens sont bien moindres dans ces derniers, et l'huile y est moins nécessaire; dès que la roue a donné son impulsion, le balancier achève librement sa vibration, et l'effort n'est pas porté sur son axe comme dans l'échappement à repos, mais par une détente qu'on dégage et engage tour à tour en un instant indivisible. Le régulateur du mouvement n'éprouve par là aucune espèce de résistance ou de frottement que lorsqu'il faut dégager la détente, ce qui est très peu de chose. Dans les échappemens à vibrations libres, le balancier fait deux vibrations, tandis qu'il ne passe qu'une seule dent de la roue, qui est chargée de restituer au balancier, en un seul coup, la force qu'il a perdue en une allée et une venue.

Nous ne parlerons pas ici de divers autres échappemens qui

ont eu plus ou moins de réputation, tels que ceux *à deux balanciers dentés ou non dentés*, *l'échappement à pirouette d'Huyghens*, etc., parce qu'ils sont à peu près inusités aujourd'hui. Ce sujet est presque inépuisable, et il nous suffit d'avoir exposé avec soin ceux de ces appareils qui sont le plus employés, et qu'on regarde comme les meilleurs. FR.

ÉCLAIRAGE. Nous ne parlerons ici que de l'éclairage au gaz hydrogène carboné, nous réservant de traiter dans des articles spéciaux des autres procédés au moyen desquels on se procure une lumière artificielle.

C'est à Lebon, ingénieur français, que l'on doit l'invention de l'éclairage au gaz. Son appareil, nommé *thermolampe*, était destiné à donner à la fois de la chaleur et de la lumière. Les premières applications en grand de son procédé furent faites en Angleterre. Aujourd'hui l'éclairage au gaz se répand généralement dans toutes les grandes villes, et ses avantages qui sont réels ont cessé d'être contestés.

Nous allons étudier successivement les diverses parties des appareils propres à la production du gaz; nous verrons ensuite quelles sont les matières premières que l'on peut employer, et les propriétés spécifiques qui doivent déterminer dans leur choix; nous indiquerons ensuite la marche des opérations dans les appareils montés.

Appareils pour la décomposition de la houille.

Fourneaux. Ils se construisent en briques, dont la plus grande partie doivent être très réfractaires, car elles supportent une température fort élevée, celles surtout qui composent la voûte sous le vase distillatoire. On emploie, à Paris, les briques dites de *Bourgogne;* on choisit les marques des bonnes fabriques. Quatre foyers chauffent quatre ou cinq cornues; dans ce dernier cas, les cornues sont sur deux rangs superposés. La fig. 1, de la Pl. 15 (*Arts chimiques)*, fait voir en coupe et en élévation un fourneau de ce genre; les mêmes lettres dans la coupe et l'élévation indiquent les parties correspondantes. A, maçonnerie en briques ordinaires; A', briques réfractaires; B, cen-

drier; C, foyer; D, voute percée de plusieurs ouvreaux; E, espace dans lequel circule la flamme, entre les parois intérieures du fourneau et la surface extérieure de la cornue; F, vase distillatoire en fonte; F′, *bouche* du vase distillatoire, susceptible d'être ajustée sur un autre vase lorsque le premier est détérioré par le feu; G, ajutage faisant corps avec la bouche et servant d'issue aux produits de la distillation; H, *tampon* à crochets; I, issue des produits de la combustion, qui se rendent à la cheminée directement. On pourrait les faire passer sous une chaudière M, dans laquelle on évaporerait les liqueurs ammoniacales. J, voûte supérieure qui renferme les cylindres chauffés par deux foyers. Cette voûte est construite à demeure, de manière que l'on peut enlever les cylindres qu'elle renferme en démolissant seulement la devanture du fourneau, soit quand il est nécessaire de les retourner, afin qu'ils s'usent uniformément, soit lorsqu'il faut les remplacer parce qu'ils sont altérés par le feu, ou que l'on veut réparer la voûte D.

La cheminée de ce fourneau doit être commune à tous les fourneaux semblables qui sont réunis dans une halle de l'établissement. Il suffit, pour qu'elle puisse servir à tous, que le passage, dans sa partie la plus étroite, soit au moins égal à la somme des passages de tous les conduits de la fumée particuliers à chaque fourneau.

Cornues, retortes ou *cylindres*. On nomme ainsi les vases dans lesquels la distillation ou plutôt la décomposition des substances qui peuvent donner le *gaz-light*, est opérée. Ces vases sont en fonte. Il est important qu'ils soient exempts de certains défauts, et que la fonte soit d'une bonne qualité ; elle doit être *grise*, ce qu'on reconnaît à sa cassure.

Leur forme a varié bien des fois depuis l'origine de la fabrication du gaz : on a essayé des cornues rectangulaires aplaties, d'autres cylindriques, posées sur la base du cylindre et mobiles, d'autres encore en forme de cylindres elliptiques, dont l'axe était placé horizontalement. Ces derniers réussissent assez bien; on les emploie en France aujourd'hui. (*V.* la fig. 1 de la Pl. 13 des *Arts chimiques.*) Quant à ceux de ces vases dont une sur-

se plane est exposée au feu, ils sont sujets à casser dans les
angemens de température; ceux dont le diamètre est par-
nt égal n'offrent pas assez de surface à l'action du feu, et la
composition est ralentie.

On donne, en Angleterre, la préférence à la forme de cylin-
e dont une partie de la paroi est rentrée en dedans (*V.* la
;. 12 de la Pl. 15); elle réunit les avantages de présenter à la
imme et au charbon à distiller une surface plus étendue que
ns les autres formes, et de pouvoir se dilater et se contracter
cilement dans les changemens de température, et par consé-
ient d'être moins fragile au feu. L'embouchure de ces cylin-
es est fermée exactement par un obturateur tourné; cette
rtie de la cornue est la plus coûteuse de façon; elle porte l'a-
tage en fonte qui sert d'issue au gaz, et, afin d'éviter qu'elle
isse avec le corps de la cornue, elle en est isolée, et s'y
apte à l'aide d'une bride AB, serrée par des boulons, et dans
quelle est interposé un LUT de *limaille de fer*.

Les *tuyaux* qui conduisent le gaz des cornues au premier
ndenseur ou barillet, et de celui-ci aux laveurs et aux gazo-
ètres, sont en fonte. Le barillet lui-même est en fonte, et
ielquefois en tôle.

Épurateurs ou *laveurs de gaz*. Le gaz provenant de la distilla-
n des houilles est toujours plus ou moins souillé de gaz
ide carbonique et d'hydrogène sulfuré. On l'en sépare par le
oyen de la chaux qui absorbe et fixe les deux derniers. Cette
sorption se fait dans de vastes réservoirs cylindriques en
nte, fig. 3. La chaux éteinte y est interposée dans du foin hu-
ide ou dans de la mousse; on s'assure que le gaz est dépouillé
hydrogène sulfuré quand il ne noircit plus un papier impré-
ié d'une solution d'acétate de plomb.

Réservoir d'eau pour le gazomètre. Ce réservoir est circulaire,
nstruit en maçonnerie très solide, et dans la terre, ou bien il
nsiste en un bassin formé de plaques en fontes assemblées avec
s boulons. (*V.* fig. 4.)

Gazomètre. Ces réservoirs du gaz sont formés de plaques en
le, assemblées à l'aide d'une clouure forte et serrée; pour les

la fig. 1 l'indique. Un seul tuyau adapté au barillet conduit tous les produits gazeux non condensés au premier épurateur : celui-ci contient de la chaux en pulpe hydratée, sous forme pulvérulente, allégée par du foin ou de la mousse. Une portion plus ou moins considérable de l'acide hydrosulfurique est retenue, et le gaz hydrogène carboné se rend par un tuyau dans la partie supérieure du gazomètre : celui-ci doit être alors entièrement enfoncé dans la cuve et rempli d'eau, comme l'indique la fig. 4. La légère pression que le *gaz light* lui fait éprouver l'elève au fur et à mesure que ce gaz arrive, et lorsqu'il en est presque entièrement rempli, on ferme le robinet de communication avec l'appareil d'où il vient, et l'on ouvre un autre robinet qui laisse passer le gaz de l'appareil de production dans un second gazomètre. Dès que le premier gazomètre est plein, et le robinet d'arrivée du gaz fermé, on peut, en ouvrant un robinet, établir la communication entre l'intérieur de ce gazomètre et les tuyaux de dépense, dans lesquels le gaz passe pour arriver chez les consommateurs.

On doit s'assurer, de temps à autre, s'il y a quelque fuite de gaz dans les diverses parties de l'appareil ; on s'en apercevrait difficilement à l'odeur, parce que tous les ateliers doivent être tellement aérés que le gaz ne puisse jamais s'y accumuler, et que l'eau des gazomètres, le gaz qui s'échappe dans la manœuvre des cylindres, etc., répandent sans cesse une odeur assez forte dans les ateliers. On reconnaît les endroits qui perdent, en approchant une lumière des joints, des clôtures et de toutes les parties où l'on peut soupçonner quelque fuite. Partout où le gaz aura une petite issue, il s'enflammera à l'approche de la lumière. Cette inflammation ne présente aucun danger dès que l'air des appareils a été expulsé par le gaz, parce que celui-ci, éprouvant partout une certaine pression, ne pourra donner accès à l'air atmosphérique, et que sa combustion ne pourra par conséquent se propager à l'intérieur : elle n'aura lieu qu'au dehors et à l'endroit de chaque issue. On se hâtera de boucher les issues

qu'on aura découvertes, soit en serrant les boulons si elles se trouvent entre deux brides, soit en posant un peu de lut en tout autre endroit.

Lorsque la décomposition de la houille est achevée, il s'agit de décharger les cylindres et de les recharger : pour cela, on commence par desserrer la vis qui comprime l'obturateur, et l'on enlève la traverse B ; et pour éviter la petite explosion qui a lieu lorsque le gaz resté dans la cornue et le bout du tuyau jusqu'au barillet, s'enflamme spontanément, on frappe un coup léger sur l'obturateur ; une fissure se détermine tout autour, le gaz en sort ; on l'allume avec un bout de mèche ; on ôte l'obturateur, on tire le coke dans une brouette dont le coffre est à bascule, que l'on fait rouler d'un cylindre à l'autre ; on la vide sur un sol carrelé. Le coke étalé en couche mince s'éteint spontanément : on étend la couche de charbon dans le cylindre ; on lute avec de la *terre à four*, dite *terre franche*, les bords de l'obturateur ; on se hâte de l'appliquer sur l'embouchure du vase distillatoire, de poser la barre transversale, et de serrer la vis. Cette manœuvre, exécutée par des hommes qui en ont l'habitude, dure seulement deux ou trois minutes.

Éclairage au gaz de l'huile. Les circonstances de la production du gaz de l'huile sont à peu près les mêmes que celles de la production du gaz de la houille, et la plupart des ustensiles sont semblables. Le fourneau est construit de la même manière ; les cornues en fonte ont la même forme. La qualité de la fonte est la même, mais elle s'altère moins, parce que la température est un peu moins élevée ; elle excède à peine le rouge naissant (600 degrés centigrades). Les matières grasses, ne contenant point d'azote, ne peuvent donner lieu à la formation de l'ammoniaque, qui, comme on le sait, rend le fer cassant. Le premier réfrigérant et les deux épurateurs nécessaires dans la distillation de la houille sont remplacés ici par un seul condensateur, dans lequel le gaz introduit traverse l'huile même qui doit alimenter la décomposition dans les cornues. Il y dépose l'huile qu'il a entraînée en vapeur, et ne contient plus, en sortant de là pour se rendre

au gazomètre, que de l'hydrogène carboné et de l'acide carbonique. Ce dernier gaz nuit, à la vérité, au pouvoir lumineux de la flamme, puisqu'il en augmente le volume sans servir à la combustion; mais il n'est pas indispensable de le séparer. M. Taylor a cru devoir éviter la complication de l'appareil, ou la pression nécessaire pour l'éliminer.

Le gazomètre est entièrement semblable à celui du gaz de la houille; mais sa capacité doit être moindre, puisque, sous le même volume, ce gaz éclaire trois fois plus; ou, ce qui revient au même, avec un volume trois fois moindre et la capacité par conséquent trois fois moins grande du gazomètre, on obtient la même quantité de lumière.

Nous allons tracer, comme nous l'avons fait pour le gaz de la houille, la marche de l'opération dans la préparation du *gaz-light* de l'huile.

On charge les cornues avec du coke en fragments d'une grosseur moyenne, égale à peu près au volume des œufs de poule.

Cette substance est nécessaire pour multiplier les points de contact entre la vapeur huileuse et un corps à la température utile à sa décomposition : on pourrait y substituer des fragments de brique, des rognures de tôle, etc.; je ne pense pas que ce soit avec avantage.

Lorsque les cylindres sont chargés, lutés et chauffés graduellement jusqu'au rouge obscur, on y laisse couler, par un petit filet, l'huile contenue dans le condensateur A (fig. 6); on la voit s'écouler, par un petit globe en verre B, et l'on peut en régler la quantité : elle est introduite, à l'aide d'un petit tuyau B', dans la cornue, à l'extrémité opposée à celle où s'opère le dégagement du gaz, afin que, dans la course qu'elle a à parcourir, il y ait plus de points de contact entre les surfaces échauffées et l'huile réduite en vapeur, et que la décomposition de celle-ci soit plus près d'être complète. Dans cette opération, comme dans la précédente, il faut éviter que la température soit trop basse ou trop élevée; dans le premier cas, il se volatiliserait une plus grande quantité d'huile

non décomposée, qui ne peut faire partie du gaz de l'éclairage, et il se produirait de l'acide acétique, dont les principes seraient enlevés en pure perte au *gaz-light*, et qui d'ailleurs peut corroder une partie des appareils. Dans le second cas, le gaz hydrogène carboné laisserait une partie de son carbone sur les surfaces trop fortement chauffées, ce qui diminuerait son pouvoir éclairant.

Le gaz produit sort de la cornue par le tuyau C; il traverse l'huile dans le condensateur A, sort de là dépouillé de l'huile qu'il avait entraînée, et se rend directement dans le gazomètre D par le tuyau E; il sort du gazomètre lorsque celui-ci est rempli par le tuyau F, qui communique à volonté par un robinet avec les grands et petits tuyaux de distribution.

Cette opération marche d'une manière continue pendant quinze jours; ce n'est qu'au bout de ce temps qu'il est nécessaire de remplacer le coke, dont les interstices commencent à s'obstruer, par du coke *neuf;* celui qu'on retire de la cornue est employé comme combustible. Les autres soins que l'on donne à la conduite de cette opération se bornent à alimenter constamment le condensateur de l'huile qui est nécessaire pour remplacer celle qui se décompose dans les cylindres, et à s'assurer que les différentes parties de l'appareil ne perdent pas. P.

ÉCHELLE (*Arts mécaniques*). La construction et la forme des échelles dont on se sert comme d'escaliers portatifs sont si simples et si connues, qu'il est inutile de s'en occuper ici. Nous ne traiterons que des ÉCHELLES GÉOMÉTRIQUES. Tout plan, tout dessin d'une machine, doit être accompagné d'une note qui indique dans quelle proportion la figure se trouve avec l'original, afin d'en avoir une idée juste, et de pouvoir, au besoin, reproduire celui-ci. C'est dans ce sens qu'on écrit qu'un plan est fait à raison d'une ligne pour toise, d'un centimètre pour mètre, ou tout autre rapport de ce genre. On peut encore dire plus simplement que le plan est fait à l'*échelle du centième*, ou *du millième*, ou etc., pour indiquer que chaque longueur prise sur le plan doit être rendue cent ou mille fois

plus grande, pour reproduire la distance dont elle offre le figuré.

On accompagne le dessin d'une *échelle* formée d'une ligne droite divisée en parties égales, dont chaque subdivision est numérotée, pour indiquer quelle distance métrique est représentée par la longueur de la partie de l'échelle interceptée entre ce numéro et l'origine marquée zéro; c'est-à-dire, par exemple, combien une longueur prise sur le plan représente de pieds, de toises, de mètres, etc. La fig. 5, pl. 12, représente une longueur de 10 mètres, toises, ou etc. En deçà du zéro, l'une des parties est subdivisée en parties plus petites, pour qu'on puisse évaluer les fractions de l'unité principale; car si l'on demande 4 mètres 6 décimètres, on portera l'une des pointes de compas sur le chiffre 4, et l'autre sur la 6e subdivision, prise au delà du zéro. L'*échelle des parties égales* du compas de proportion est formée sur ces principes. (*Voy.* COMPAS.)

Il arrive souvent que, pour construire le dessin, il faut porter, avec exactitude, des longueurs proportionnelles à celles de l'objet. On sent qu'alors l'étendue des moindres subdivisions de l'échelle ne permettrait pas d'y prendre avec assez de précision les longueurs nécessaires, pour pouvoir compter sur l'exactitude de l'*Épure*. On se sert alors d'une échelle construite ainsi qu'on va l'exposer.

Après avoir porté un nombre quelconque de parties égales sur une droite indéfinie CI (fig. 6), par exemple 6, de C en D, on élève une perpendiculaire à l'origine C, sur laquelle on porte de même six parties égales arbitraires C*a*, *ab*, *bc*.... Par les points de division, on mène des parallèles à CI, puis on tire des *transversales obliques* CB, 5 24,... qui vont des points de CD à d'autres équidistans marqués sur la parallèle extrême AE. Il suit de cette construction que, puisque C*a*, C*b*, C*c*,... sont les $\frac{1}{6}$ $\frac{2}{6}$ $\frac{3}{6}$,... de AC, les longueurs *ai*, *bk*, *cl*,... sont les mêmes fractions de AB. La partie *do* est composée de *dm* et *mo*, ou $\frac{4}{6}$ de AB + 3 fois AB, savoir, $\frac{22}{6}$ de AB, ou $\frac{22}{36}$ de AE.

On se trouve donc, par cette construction, avoir partagé AE

en 36 parties égales, ce qu'on n'aurait pu faire d'une manière aussi distincte, à raison de la petitesse des subdivisions. Lorsqu'on a marqué des lignes D'E', D''E'',... séparées de distances égales à CD, la figure est terminée. On peut se servir de cette échelle pour diviser une longueur donnée en parties égales : on cherche combien cette ligne contient de parties de l'échelle, en portant une ouverture de compas qui lui soit égale sur une des parallèles indéfinies, et faisant répondre chaque pointe à des divisions exactes, ou à peu près : si, par exemple, l'une tombe en L et l'autre en *o*, l'ouverture contient $36 + 36 + 6 + 6 + 2$ ou 86 parties. Pour avoir le septième de cette longueur, il suffira de prendre sur la figure une ouverture de 12 parties $\frac{2}{12}$, ou seulement de 12, en négligeant la fraction. On réduira donc aisément les lignes d'un dessin dans un rapport donné.

Il est bon de distinguer les points de division par des nombres qui évitent l'embarras de compter les parties interceptées entre deux points. C'est ce que nous avons fait à la fig. 7, où les fractions sont décimales, ce qui est fort commode pour les calculs, et a fait donner à cette figure le nom d'*échelle de dixmes*. Les chiffres indiqués sur chaque ligne permettent d'avoir de suite, et à vue, le nombre qui répond à une longueur quelconque. Si, par exemple, l'une des pointes du compas est posée sur la perpendiculaire notée 300, et l'autre sur la transversale notée 80, l'espace étant d'ailleurs mesuré sur la parallèle notée 4 (car il faut toujours que les deux extrémités aboutissent sur une même ligne longitudinale), on lira 384, c'est-à-dire que la ligne contient 384 parties de l'échelle.

Les échelles dont les parties sont déterminées suivant de certaines lois, sont souvent fort avantageusement employées. Nous allons en donner l'idée.

Chaque arc d'un cercle est sous-tendu par une corde, et de tous les moyens de décrire un angle ou un arc d'un nombre de degrés donné, le plus commode est assurément d'avoir la longueur de sa corde. Dans un opuscule que j'ai publié (*la Goniométrie*), j'ai donné les nombres qui expriment les longueurs

ces cordes pour tous les arcs et tous les rayons ; les nombres de la table dont il s'agit représentent ces longueurs, et, à l'aide d'une échelle de parties égales, on peut trouver aisément les cordes. Mais une ligne droite, sur laquelle sont d'avance portées ces distances, c'est-à-dire divisée selon les rapports des accroissemens des cordes, forme une *échelle de cordes*, telle que celle de la fig. 8 ; *le rayon du cercle est la corde de* 60 *degrés*.

Ainsi, pour faire un angle de 19 degrés, après avoir tracé une portion de circonférence avec un rayon égal à la longueur qui représente la corde de 60 degrés, on portera sur cette courbe une distance égale à celle qui exprime la corde de 19 degrés : les rayons menés aux deux extrémités de cet arc formeront entre eux l'angle demandé. On peut ainsi, par des opérations graphiques, diviser les angles et les arcs en parties égales, inscrire tous les polygones réguliers dans un cercle, etc.

On voit souvent, dans les étuis de mathématiques, des échelles de parties inégales, appelées *sinus*, *tangentes*, *logarithmes*, etc, : ce sont des longueurs proportionnelles aux lignes dont elles portent le nom. Ainsi, la longueur qui répond au sinus de 45 degrés est comprise sur la ligne nommée *sinus*, depuis le zéro jusqu'au n° 45, le rayon étant d'ailleurs la longueur totale de l'échelle, qui répond à 90 degrés. Pour construire une de ces échelles, il suffira donc de prendre les nombres d'une table de sinus naturels qui se rapportent aux arcs de 1°, 2°, 3°,..... puis de porter, à l'aide d'une échelle de dixmes, des longueurs exactement représentées par ces nombres.

Et même, comme cette échelle n'aurait pas encore assez de précision pour l'objet qu'on se propose, on se sert d'une machine à diviser les lignes droites. (*V.* DIVISER.)

La ligne nommée *logarithmes* sur les échelles dont nous parlons maintenant, est divisée suivant le même procédé : la longueur qui porte à son extrémité le n° 29, par exemple, représente le nombre 1,4624, qui est le logarithme de 29, et ainsi des autres. La propriété des lignes logarithmiques est la même que celle des logarithmes. On sait que ces nombres servent à changer les multiplications en additions, les divisions en soustrac-

tions, etc., et par conséquent donnent aux calculs une extrême simplicité. Au lieu de multiplier 29 par 37, et de diviser par 426, je prends, dans une table, les logarithmes de ces trois nombres, qui sont 1,4624, 1,5682, et 2,6294; j'ajoute les deux premiers et je retranche le troisième, et le résultat qui est 0,4012, est le logarithme du nombre demandé; en cherchant donc 0,4012 parmi les logarithmes de la table, le nombre correspondant 2,52 est celui qu'on cherche.

De même pour opérer avec l'échelle logarithmique, j'aurais à ajouter les longueurs qui correspondent à 29 et 37, et à retrancher celle qui appartient à 426; opérations qu'on fait avec un compas, en portant les longueurs bout à bout, ou en sens contraire; puis le reste porté sur l'échelle ferait connaître le nombre correspondant 2,52. On voit que l'opération géométrique est pour le moins aussi facile à faire que l'arithmétique, et qu'une *règle de trois* est résolue presque à l'instant. Les calculs les plus compliqués se traitent en suivant la même méthode. C'est sur ces principes qu'on construit la *règle à calculs* dont nous avons parlé à l'art. ARITHMÉTIQUE. FR.

ÉCHEVEAU. (*Arts mécaniques*). Lorsque les substances filamenteuses telles que le chanvre, le lin, le coton, la laine, la soie, etc., ont été réduites en fil, on tourne ces fils les uns sur les autres, sur un *dévidoir*, et lorsqu'on en a ainsi placé une longueur suffisante, on noue les deux bouts d'un nœud particulier, que les TISSERANDS appellent *centaine*. C'est cet assemblage de fil que l'on nomme *écheveau*. *V.* l'art. DÉVIDOIR, où ce sujet est traité, ainsi que le mode de numérotage des fils, d'après l'ordonnance du 26 mai 1819. FR.

ÉCLUSE. (*Arts mécaniques*). Constructions qui servent à soutenir le niveau des eaux à des hauteurs déterminées. Donnons d'abord une idée générale des différentes parties qui les composent, et des manœuvres à faire pour effectuer, par leur moyen, le passage des bateaux dans l'un et l'autre sens.

Dans une écluse, on remarque quatre parties principales :

1°. Les fondations des murs qui exigent une exécution soignée et des plus solides;

2°. Les murs latéraux et parallèles, auxquels on donne le nom de *bajoyers* ;

3°. Le radier ou le plancher de l'écluse ;

4°. Les deux portes busquées et leurs accessoires. On nomme *tête d'écluse* la porte d'en haut, et *porte de mouille* celle d'en bas. La différence de niveau forme la *chute de l'écluse*.

Une des premières conditions à remplir dans l'établissement d'un canal de navigation est que l'eau y soit pour ainsi dire dormante, afin que la marche des bateaux soit aussi facile dans un sens que dans l'autre. Pour racheter la pente, lorsqu'elle n'est que de quelques pieds, on soutient les eaux avec un radier ou barrage de madriers, qu'on retire au moment du passage des bateaux : mais s'il s'agit de franchir des montagnes, des vallées, alors on est obligé d'établir des écluses, ce qui ne peut néanmoins avoir lieu que dans le cas où l'on peut disposer d'une quantité d'eau suffisante, au point culminant ou de partage, pour les alimenter.

A cet effet, la différence du niveau d'un point à un autre étant donnée, on divise le canal, dans le sens de sa longueur, en plusieurs parties ou *biefs*. On fait en sorte que la chute de chaque écluse se trouve dans les limites de 2 à 3 mètres et égale. Les biefs sont liés entre eux par des bassins ou *sas*, qu'on appelle en général *Neptune*. C'est par le moyen d'écluses qu'un bateau passe successivement d'un bief à l'autre, soit pour monter, soit pour descendre. Plusieurs écluses établies à la suite les unes des autres et contiguës, peuvent être assimilées à des échelons ou gradins, auxquels on a donné le nom poétique d'*escalier de Neptune*. Pour descendre une marche de cet escalier liquide, c'est-à-dire pour passer du bief supérieur au bief immédiatement inférieur, on remplit d'eau l'écluse intermédiaire jusqu'au niveau du bief supérieur ; alors on n'a aucune difficulté d'introduire le bateau dans cette écluse. Fermant la porte supérieure qu'on avait d'abord ouverte, et abaissant ensuite l'eau qu'on vient d'y introduire jusqu'au niveau du bief inférieur, en ouvrant le guichet de la porte de mouille, le bateau s'y trouve descendu en même temps.

L'opération inverse sert à élever le bateau du bief inférieur au supérieur, c'est-à-dire qu'il faut alors que l'eau contenue dans l'écluse soit descendue au niveau du bief inférieur. Le bateau y étant introduit, on ferme la porte inférieure, et l'on ouvre le guichet de la porte supérieure; l'eau vient la remplir et élève le bateau au niveau du bief supérieur, où il passe facilement.

Quand les plis du terrain s'y prêtent, il y a un grand avantage à mettre le plus d'écluses possible à la suite les unes des autres. Comme il faut que chacune ait deux portes, on en économise nécessairement une quand les écluses forment un système contigu, puisque chaque porte intermédiaire est à la fois porte supérieure et inférieure. A cet avantage s'en ajoute encore un autre, c'est que le service des écluses ainsi groupées se fait par le même homme, tandis qu'il en faudrait plusieurs si elles étaient isolées.

Quoi qu'il en soit, on n'en est pas moins dans la nécessité d'employer pour chaque bateau qui passe un volume d'eau égal à la capacité du sas de l'écluse, laquelle quantité d'eau se trouve perdue pour la navigation de la partie supérieure du canal, où il faut de toute nécessité la remplacer par de la nouvelle eau que doit fournir une rivière, ou un réservoir alimenté par des sources ou des eaux pluviales, qu'on a soin de recueillir au point de partage du canal. C'est dans la recherche de ces eaux et dans les travaux à faire pour les conduire et les rassembler, que se rencontrent souvent les plus grandes difficultés de construction des canaux.

Si l'on considère un bateau traversant les biefs successifs d'un canal, comme un corps pesant qui s'élève ou s'abaisse à chaque rencontre d'écluse, on voit qu'abstraction faite de la perte de force nécessaire pour mettre en jeu un mécanisme quelconque, ce bateau devrait, par son abaissement d'une certaine hauteur, élever à cette même hauteur un poids égal au sien, et que réciproquement l'élévation du bateau d'un bief inférieur au supérieur ne devrait occasionner que la descente d'un poids d'eau égal à celui du bateau, du premier bief dans le second;

les choses se passent bien autrement. L'élévation et l'abaissement des masses d'eau, ayant le même poids que le bateau, s'opèrent, à la vérité, par le simple jeu du déplacement du fluide; mais il résulte de la nécessité et de la manière de remplir les sas, que les bateaux descendans dépensent autant d'eau que les bateaux montans; et comme l'excès du poids de l'eau des écluses sur celui des bateaux est énorme, le bénéfice d'eau dû à la descente ne donne qu'une compensation très faible.

Nous ne traiterons pas ici du système des *sas mobiles* qu'on a imaginé pour arriver au *minimum* de dépense d'eau, parce que ce système ingénieux n'est pas praticable en grand.

L'emplacement de l'écluse étant déterminé, ainsi que sa chute, sa longueur et sa largeur, les fondations, soit sur terrain solide, soit sur pilotis, sont élevées au niveau du radier, où, étant bien arasées, on trace les bajoyers, observant de leur donner une épaisseur proportionnée à la hauteur de l'eau dont ils ont à soutenir la poussée, et de les fortifier encore par des contre-forts.

On ménage quelquefois, dans l'épaisseur des bajoyers, un petit aqueduc que l'on nomme *pertuis*, ayant une vanne à coulisse dans le milieu, pour faire passer l'eau d'un côté de l'écluse à l'autre, sans être obligé d'ouvrir les portes.

En traçant les faces intérieures des bajoyers, il faut y ménager des enfoncemens, qu'on nomme *enclaves*, pour loger toute l'épaisseur des portes quand elles sont ouvertes, afin qu'elles ne fassent pas obstacle au passage des bateaux. On pratique aussi dans les mêmes faces, en dehors des portes, deux colonnes verticales de 7 à 8 pouces carrés, distantes l'une de l'autre de 3 à 4 pieds, pour loger les extrémités d'un certain nombre de poutrelles mises les unes sur les autres, pour former un coffre qu'on remplit de terre glaise, afin d'avoir un batardeau qui permet de mettre à sec toute l'écluse, quand quelques unes de ses parties ont besoin de réparation. Pour faciliter l'entrée de l'eau dans l'écluse, les bajoyers du côté d'amont prennent une direction oblique qui forme évasement. Cela empêche en même temps l'eau de passer derrière, ce qui causerait bientôt la ruine de

ent l'ouvrage. C'est pour cette raison qu'on lie le prolongement des bajoyers avec les murs de quais ou les faces latérales du canal. Toute cette maçonnerie est faite en ciment et chaux hydraulique.

Le radier, ou plancher de l'écluse, doit être travaillé avec beaucoup de soin, de même que le *busc*, contre lequel s'appuient les portes ; celui-ci est fait en pierre de taille ou de deux poutrelles faisant saillie, au dessus du radier, de 6 à 8 pouces. Le radier est ou pavé, ou fait en châssis de bois de charpente, dont les cellules ou compartimens sont remplis de cailloutage. On l'appelle *faux radier*, et il sert à garantir le plancher de maçonnerie sur lequel il repose.

Ainsi que nous l'avons déja dit, les écluses sont fermées par des portes plates ou bombées qui s'arc-boutent réciproquement sous un angle d'environ 135 degrés, et qui s'appuient en même temps contre le busc. Elles font ainsi une saillie en forme de busc, qui leur a fait donner le nom de *portes busquées*, dont la fermeture est d'autant plus exacte qu'il y a davantage d'eau devant elle. Elles forment, conjointement avec les bajoyers, une figure hexagonale qu'on appelle *chambre d'écluse* ou *sas*. Les encadremens sont en bois de charpente, qu'on recouvre avec de très forts madriers. Les montans qui servent de pivots ont leurs extrados arrondis, afin de joindre exactement dans la feuillure de l'enclave, dans toutes les positions, surtout étant fermées. Les poteaux, qui s'arc-boutent mutuellement, sont taillés sous le même angle, et ne doivent laisser aucun jour entre eux du haut en bas. Ainsi, une fois posées, elles ne doivent éprouver aucune variation dans leur forme.

L'ouverture des portes, qui n'a toutefois lieu que quand le fluide est en équilibre, se fait à l'aide d'un quart de cercle denté que porte le haut des *montans pivots*, et de roues, de pignons et d'une manivelle, le tout proportionné à la résistance, pour qu'un homme seul puisse, autant que possible, faire ce travail, soit pour fermer, soit pour ouvrir.

Lorsqu'on ne pratique pas de pertuis dans les bajoyers d'une écluse, on ménage, au bas des vantaux, un guichet pour laisser

passer d'un côté à l'autre la quantité nécessaire d'eau pou
plir ou vider l'écluse. Ces guichets se ferment avec de p
vannes, qu'on lève ou qu'on baisse, au moyen de crics à
maillère que portent les entretoises supérieures des p
C'est à cette dernière construction, qui paraît en effet l
simple, qu'on s'en tient aujourd'hui.

Pour faciliter la traversée d'un côté de l'écluse à l'aut
fait un pont tournant qui, en se repliant, laisse un libre pa
aux bâtimens. Ce pont, quand l'écluse est large, est co
de deux parties qui reposent et tournent sur le sommet de
que bajoyer.

Indépendamment de ce pont, on en fait un autre pe
dessus de chaque porte, pour l'usage de l'éclusier : on le
en donnant aux entretoises supérieures des portes qu
pouces de plus en largeur, pour qu'un homme puisse y p
en se tenant à un garde-fou fixé aux sommets des monta
portes, qui, à cet effet, dépassent au dessus des colliers d
ron 4 pieds. E. M

ECOPERCHE (*Arts mécaniques*). On donne ce nom à
pièce de bois portant une poulie à son extrémité. Cette ma
très simple est d'un usage perpétuel pour les constructions,
les chantiers, etc. ; on en a beaucoup varié la forme et l
plications.

Lorsque les maçons veulent élever des matériaux aux é
supérieurs, ils font saillir, en avant du mur et en haut, la p
d'une écoperche ; une corde passée dans cette poulie et tir
des ouvriers, fait monter un panier qui contient les pier
les bois qu'on veut élever. L'écoperche doit être main
fixement avec des *haubans* aux parties immobiles de l'édif

Une écoperche fichée obliquement en terre au dessus
bouche d'un puits, et soutenue par deux étais, forme un t
ou une sorte de pyramide triangulaire, au sommet de la
se trouve la poulie. Ce système sert à tirer à bras, et av
corde, l'eau et les matériaux qui sont au fond du puits. L
VRE est une espèce d'écoperche.

Il y a des écoperches qui prennent le nom de *bigues* ; c

ux pièces de bois implantées sur le sol et dressées en l'air, de
nière à se trouver un peu écartées l'une de l'autre par le bas
unies en haut, où elles portent une poulie ou une moufle. La
chine *à mâter* est une bigue très élevée ; celle de Toulon a
mètres de hauteur. Les perches sont croisées par le bout et
tement retenues par un amarrage nommé *portugaise*. (*Voyez*
rt. FARDEAU.) FR.

ÉCOULEMENT DES EAUX (*Arts mécaniques*). Dans un
and nombre de circonstances, il est indispensable de mesurer
vitesse de l'eau et la quantité qui s'écoule en un temps
nné.

I. Lorsque le réservoir ne fournit qu'une fort petite quantité
eau, le plus sûr, pour en avoir la mesure cubique, est de rece-
ir le liquide dans des vases dont la capacité est connue, puis
chercher de la sorte combien de ces vases sont remplis en
temps donné : on en conclut ensuite le volume écoulé en
minute, en 1 heure, en 1 jour, etc.

II. Quant au calcul du volume d'eau qui sort d'un réservoir
r un orifice percé à sa paroi, la théorie conduit au théorème
ivant:

*La vitesse d'un fluide qui jaillit par un orifice est celle qu'au-
it un corps pesant après être tombé d'une hauteur égale à celle
niveau du réservoir au dessus du centre de gravité de l'orifice;*
est ce que l'on nomme *la vitesse due à cette hauteur*. On trou-
era au mot CHUTE (T. II, page 229) la théorie de ce mouve-
ent, ainsi qu'une table qui donne la vitesse d'écoulement. Si
niveau du réservoir reste constant, le volume d'eau écoulée
t donc le produit de la surface de l'orifice, multipliée par la vi-
esse, qui n'est que l'espace parcouru pendant l'unité de temps.
ar exemple, un réservoir est entretenu de manière à avoir son
iveau élevé de 2 mètres, et 23 millimètres au dessus de l'ori-
ce, qui est un carré de 2 centimètres de côté : la vitesse est
6^m,3 d'après notre table, c'est-à-dire que le liquide parcourt
6^m,3 par seconde à sa sortie, en supposant qu'il cesse de peser
et qu'il est dans le vide. Il sort donc, chaque seconde, un prisme
qui a 4 centimètres carrés de base, et 6^m,3 hauteur : multi-

gnes au dessus du centre (ou 1 ligne au dessus du cercle). Le pouce se subdivise en 144 lignes, et, selon d'autres, en 12 lignes d'eau. Mariotte, Bossut, etc., ont fait des expériences pour mesurer le volume écoulé dans ces conditions; les résultats de ces physiciens ne s'accordent pas entre eux, et ce qui a été exposé ci-dessus montre combien les épreuves de ce genre sont difficiles à faire. On a donc estimé le pouce d'eau de 13 pintes $\frac{1}{2}$ jusqu'à 14 pintes. On s'accorde généralement à le faire de 672 pouces cubes par minute, ou 800 litres par heure, ou 19,2 mètres cubes en 24 heures. M. Prony a proposé une nouvelle unité de 20 mètres cubes par 24 heures, sous le nom de *double module d'eau.*

Pour évaluer le volume d'eau débitée par un ruisseau, on y fait un barrage transversal, auquel on dispose une *jauge;* c'est une feuille de fer-blanc percée de trous circulaires d'un pouce de diamètre, ayant leurs centres sur une ligne horizontale; on bouche ces trous. L'eau ainsi arrêtée dans son cours s'amasse et son niveau s'élève. On attend que ce niveau vienne affleurer un trait marqué à 1 ligne au dessus de tous les trous; on laisse ensuite écouler l'eau par un nombre suffisant de ces trous pour que tout y passe, et n'en laissant déboucher que ce qu'il faut pour que le niveau se maintienne juste à 1 ligne (2 mill.) au dessus de la tangente à tous ces cercles. La source débite donc le volume d'eau qui passe par tous ces orifices: autant de trous ont été ouverts, autant de *pouces d'eau* sont donnés par le ruisseau. Et s'il faut employer des fractions du pouce pour livrer passage à l'eau, sans changer son niveau, on a pratiqué à la jauge de plus petits trous dont on a déterminé les produits par expérience. (*Voyez* I.)

Mais comme la faible charge d'une ligne est difficile à rendre constante et que les résultats sont assez incertains, on doit préférer prendre une charge beaucoup plus forte. Le niveau doit donc s'élever à un trait horizontal parallèle à la ligne des centres, tracée à une distance connue; la charge d'eau est assez forte pour exiger moins de trous d'écoulement. On détermine directement le volume d'eau écoulé en 1″, ou on le calcule par notre formule, et de là on déduit la dépense totale, qui est

d'autant de pouces d'eau qu'on a de fois 800 litres par heure.

IV. Ce procédé ne suffit plus dès que les ruisseaux fournissent plus de 20 pouces d'eau. On se sert alors d'un barrage ayant au milieu une planche de champ qui maintient le liquide plus élevé en amont qu'en aval, pour lui donner de la chute, et qui laisse une ouverture parallélogrammique sur une hauteur indéfinie. On force ainsi l'eau à ne passer que par cette ouverture, et la dépense d'eau se trouve par la théorie des Réversoirs. *Voyez* cet article.

V. Ce moyen est assez imparfait; d'ailleurs il n'est pas praticable pour les fleuves dont le volume d'eau est considérable. On se sert alors du *tube de Pitot;* c'est un tube vertical AB en fer-blanc, d'environ 2 pouces de diamètre et 5 à 6 pieds de long (fig. 3, Pl. 12). A la partie inférieure est soudé un coude AC, terminé en cône C, et percé au sommet d'un trou. Lorsqu'on plonge ce tube dans l'eau, en tournant l'ouverture C dirigée contre le courant, et tenant la tige AB verticale, le liquide entre par le trou C, et monte dans le tube à un certain niveau D, supérieur à celui EF du liquide extérieur, parce que la pression de l'eau est accrue par sa vitesse. La force du courant maintient donc le liquide au-dessus de son niveau d'une quantité DE, qui est précisément égale à la hauteur due à cette vitesse, et qui, une fois connue, donnera cette vitesse à l'aide de la table citée tome II, page 331. Si, par exemple, cette différence de niveau est de 1 décimètre, nous trouvons, dans la colonne correspondante à cette élévation, que la vitesse est de 14 décimètres par seconde.

Pour estimer le niveau du liquide dans le tube de fer-blanc AB, on y a disposé une baguette graduée *b* qui est soulevée par un flotteur *a* en liége, ou une ampoule pleine d'air, à la manière des Aréomètres. Voici donc l'usage qu'on fait de l'instrument. On a un bâton AF armé, à son bout, d'une pointe qu'on implante dans le fond de la rivière, à l'endroit où l'on veut expérimenter. Cette pointe est surmontée d'un disque qui ne lui permet d'entrer que jusqu'à une hauteur qui sera constante durant l'expérience. On accole le tube à ce bâton, et l'on descend

le coude à la profondeur où l'on veut explorer; des divisions marquées sur le bâton donnent la hauteur du niveau, qu'on tâche de rendre la plus grande possible en faisant varier la direction du coude CA, sans en changer l'enfoncement. Ensuite on tourne ce coude jusqu'à ce que le niveau de l'eau soit au plus bas dans le tube, ce dont on juge par la longueur de la baguette *b* saillante en haut du tube. Le flotteur et le poids de la baguette s'enfoncent dans le liquide au même degré dans les deux cas. Mais le niveau de l'eau n'étant pas le même, la partie saillante de la baguette a changé, ce qui fait connaître deux hauteurs, dont la différence est celle des niveaux.

On répète l'épreuve à diverses profondeurs, et on note pareillement à chacune la différence des niveaux; la moyenne entre ces quantités est la hauteur propre à donner la vitesse moyenne dans la verticale où le tube a été plongé, à l'aide de la table citée. On essaie de la même manière l'effet de l'instrument en tous les points d'une coupe transversale au lit du fleuve ou du ruisseau, et la moyenne de ces résultats donne la vitesse moyenne du courant.

L'aire de la section transversale s'évalue ensuite géométriquement, puisqu'on en a fait des sondes en tous les points, et qu'on en a pris les profondeurs et la largeur. Multipliant la visesse moyenne par cette surface, on a donc le volume d'eau qui s'est écoulée en une seconde, en une minute, etc.

Il est inutile de dire que ces tentatives doivent être faites loin des moulins, qui, par leurs retenues d'eau, ajoutent au courant une vitesse accidentelle de chute, effet qui pourrait altérer les résultats. Il faut aussi n'expérimenter que plusieurs jours après ceux où la pluie est tombée, parce que cette crue d'eau n'est qu'un événement qui n'a rien de durable. Il faut enfin réitérer les essais en divers temps, et prendre une moyenne entre les résultats, qui doivent fort peu différer quand les circonstances sont les mêmes, mais en général sont très inégaux, et font connaître la quantité d'eau moyenne des diverses saisons de l'année.

VI. Un autre moyen moins exact d'estimer la vitesse et le vo-

lume écoulé consiste à jeter à l'eau un corps léger tel qu'une boulette de cire, qui surnage et que le courant entraîne. L'observateur tient un sablier ou une montre à secondes, et suit la marche du flotteur ; il mesure ensuite l'espace décrit dans un temps déterminé : divisant l'espace par le nombre de secondes écoulées, il a au quotient l'espace décrit en une seconde.

Bien entendu que cette épreuve doit être plusieurs fois répétée pour vérifier le résultat ; on prend ensuite une moyenne entre les diverses vitesses ainsi obtenues, lesquelles doivent peu différer entre elles. Cette moyenne doit être prise à des jours différens, par des temps calmes, indépendante des circonstances accidentelles ; et en divers lieux de la surface du niveau, pour reconnaître s'il y a des eaux stagnantes, des remoux, ou des lieux de plus grandes vitesses.

VII. De Parcieux a imaginé une petite machine très commode pour mesurer la vitesse de l'eau ; c'est une sorte de roue à aubes très légères, dont l'axe de rotation est monté sur des galets qui le rendent très mobile. On fait plonger les aubes inférieures dans le liquide, et l'eau fait tourner la roue avec une vitesse que mesure un COMPTEUR ; la communication de la roue et du compteur est établie par un rouage. Ces pièces sont si légères, les frottemens si doux, qu'on peut regarder cette roue comme n'étant pas sensiblement retardée dans ses mouvemens par ces circonstances. Ainsi, le nombre de tours de la roue dans un temps donné fait connaître la vitesse du courant.

Généralement les eaux profondes sont les plus pressées ; elles frottent sur le fond et sont fort ralenties ; celles de la surface sont au contraire accélérées, parce qu'elles éprouvent moins de résistance. On est dans l'usage de prendre pour vitesse moyenne du cours d'eau les $\frac{4}{5}$ de la vitesse à la surface ; mais on peut arriver à un résultat plus exact : car il suit des expériences de Dubuat, que si l'on connaît la vitesse V de la surface, on en peut conclure celle v qui est moyenne, par la formule :

$$\frac{v}{V} = \frac{V + 2,732}{V + 3,153}.$$

V	RAPPORTS $v : V$
Décimètres	
5	0,786
10	0,812
15	0,832
20	0,848
25	0,862
30	0,873
35	0,883
40	0,891
45	0,898
50	0,904

La table ci-contre donne le rapport $\frac{v}{V}$, ou *le nombre par lequel il faut multiplier la vitesse V à la surface, pour connaître la vitesse moyenne v.* Si, par exemple, on trouve que la boulette flottante parcourt 2 mètres par seconde, en multipliant par 0,848 (nombre qui répond à 20 décimètres), on trouve que la vitesse moyenne est 1,696, c'est-à-dire qu'on peut supposer au courant une vitesse, constante à toute profondeur d'environ 17 décimètres par seconde, en cet endroit du lit.

VIII. Comme les filets fluides ont des vitesses inégales à des profondeurs différentes, on prend une petite baguette d'une longueur à peu près égale à la profondeur du lit, et on la leste par un bout, pour qu'elle prenne, dans l'eau tranquille, une attitude verticale. C'est cette baguette qu'on laisse couler librement avec l'eau, sans flotter sur le fond, et de manière que le sommet dépasse un peu le niveau, pour qu'on en puisse suivre la marche. On voit alors cette baguette s'incliner au gré des vitesses différentes, et prendre précisément la vitesse moyenne cherchée.

IX. Le Dynamomètre ou Peson, fig. 4, fait connaître le poids avec lequel la force d'un courant presse une surface donnée qu'on laisse flotter dans l'eau, et qu'on retient avec une ligne ou ficelle qui tire et bande le ressort de cet appareil. Or, ce poids fait de suite connaître la vitesse du liquide, à l'aide de cette proposition qu'on peut regarder comme sensiblement vraie dans la pratique: *L'impression directe d'un courant contre une surface verticale immobile est le poids d'un prisme d'eau dont la base est cette surface, et dont la hauteur est la chute due à la vitesse du courant.* Si l'on divise le poids indiqué par l'instrument, par le nombre d'unités superficielles contenues dans l'aire choquée et par le poids de l'unité cubique du liquide, c'est-à-dire *si l'on divise le*

nombre de grammes qu'indique le dynamomètre par le nombre de centimètres carrés de l'aire choquée, le quotient sera la hauteur de la chute en centimètres linéaires, d'où l'on concluera, par notre table citée, la vitesse du courant. Si, par exemple, une surface de 10½ décimètres carrés (ou 1050 centimètres carrés) est pressée par le courant de manière à tirer le fil avec une force équivalente à un poids de 7,7 kilogrammes; en divisant 7700 grammes par 1050, on a 7,33 pour quotient; en sorte que la hauteur de chute du fluide étant 7 centimètres ⅓, ou 0,m733, la vitesse du courant est de 12 décimètres par seconde.

Un observateur, placé sur un bateau immobile, jette à l'eau un cube de liége d'un décimètre de côté, et lesté en plomb pour qu'il s'immerge en entier. Ce corps est attaché par un cordonnet au crochet B du peson, qu'on retient fixe par l'anneau A. Le flotteur, poussé par le courant qui agit perpendiculairement à une face, tend le ressort; on lit sur l'arc gradué le poids qui donne la pression, et on trouve par suite la vitesse. Cette vitesse peut même être donnée directement en laissant dévider le fil, sans tension aucune, et comptant le nombre de secondes nécessaires pour une course désignée, telle que 10 mètres.

Quant à la force motrice des cours d'eau, ce sujet sera traité à l'art. FORCE. FR.

ÉCRASER (*Arts mécaniques*). On écrase les substances par percussion, par pression ou par frottement. Comme les MOULINS, BOCARDS, LAMINOIRS, PILONS, et autres machines qui servent à broyer les corps, font le sujet d'articles spéciaux, et que l'article PULVÉRISER renferme les documens relatifs à cette théorie, nous nous dispenserons de traiter ici cette partie de la mécanique. FR.

ÉDREDON. On donne ce nom au duvet d'un oiseau d'Écosse, de Norwége, et autres contrées septentrionales, appelé *eider* : cet oiseau en tapisse le nid où il fait sa ponte et sa couvée, dans des trous de rochers très escarpés voisins de la mer. Des hommes hardis parviennent, au milieu des dangers, à ces élévations, et emportent le duvet qui garnit la demeure de l'eider; ce duvet, d'une excessive ténuité, est employé à composer des couvre-

pieds très chauds et très légers : il s'en fait un commerce assez étendu. Fr.

ÉLASTICITÉ. Propriété dont jouissent certaines substances, qu'on a comprimées ou dilatées, de revenir à leur état primitif quand l'action extérieure cesse. L'air et les gaz secs sont parfaitement élastiques, puisque, dans toutes les limites de PRESSION et de DILATATION, le retour à l'état antérieur est complet. Nous avons donné à ce dernier article la formule qui sert à déterminer la relation entre les pressions, les volumes et la température des fluides aériformes, conformément aux lois découvertes par Mariotte et M. Gay-Lussac : il est inutile de revenir sur ce sujet.

Les liquides étant sensiblement incompressibles doivent être privés d'élasticité. Mais certains corps solides, lorsqu'on change, dans certaines limites, la position relative de leurs molécules, reviennent à leur état primitif. Le calorique interposé entre ces particules, et qui les maintient écartées contre leur attraction mutuelle, peut céder à l'action d'une puissance qui en change les positions relatives : les parties ne présentent plus leurs pôles d'attraction de la même manière, et lorsque la puissance extérieure cesse d'agir, l'attraction ramène chaque molécule à sa place. C'est à cette cause qu'il faut attribuer l'élasticité des RESSORTS d'acier, la TORSION des fils de métal, le mouvement des CORDES sonores, etc. Mais si la puissance extérieure, dépassant certaines limites, change trop fortement la place des molécules, ou l'attraction est vaincue et le corps brisé, ou du moins les molécules ne reviennent plus parfaitement à leur même place, c'est-à-dire que l'élasticité est altérée. Fr.

ÉLECTRICITÉ. (*Arts mécaniques*). Les phénomènes d'électricité les plus simples consistent dans des attractions et des répulsions qu'on voit s'exercer en quelques circonstances lorsqu'on a frotté certains corps. On est conduit à admettre que ces effets sont dus à la présence d'un fluide invisible, sans poids, d'une ténuité telle qu'il circule dans les corps avec une prodigieuse rapidité, etc. Mais ce fluide n'est pas ordinairement sensible ; comme si, engagé dans les molécules de la surface des corps, il avait besoin d'une friction pour en sortir. Et même alors il y a

des substances où il se meut avec tant de facilité qu'il y rentre subitement, et que sa présence semble ne pas exister.

On reconnaît qu'il faut diviser tous les corps de la nature en deux classes : les uns qui sont *conducteurs*, *idioélectriques*, et transmettent librement l'électricité ; les autres, qui sont *isolans*, *anélectriques*, ou *non conducteurs*, qui résistent à son passage. L'air et les gaz secs, la cire, le suif, le verre, la résine, la gomme laque, la soie, etc., sont isolans; les liquides, les métaux, la vapeur d'eau, etc., sont conducteurs.

Les physiciens ont remarqué que les effets observés, dus à la présence de l'électricité, peuvent s'expliquer en admettant qu'*il existe deux espèces de fluides électriques doués de la propriété de s'attirer l'un l'autre et de se combiner ensemble.* Dans cet état, ces fluides n'accusent plus leur présence par aucun phénomène; mais dès qu'ils sont séparés, ou plutôt décomposés, l'attraction de l'un sur l'autre s'exerce puissamment. Il faut encore accorder à ces fluides cette autre propriété que *les molécules d'une même espèce de fluide se repoussent mutuellement*, à la manière du calorique; mais cette action, soit répulsive, soit attractive, ne se montre que lorsque les fluides sont séparés.

Il a fallu dénommer ces deux fluides; Duffay a appelé l'un *vitré*, l'autre *résineux*, à cause des substances où le frottement les développe le plus ordinairement. Franklin, conduit à une autre théorie par des idées particulières, nommait le premier de ces fluides *positif*, l'autre *négatif*.

Pour bien concevoir ce jeu d'attractions et de répulsions, il importe de citer ici une expérience fort simple. Suspendez une boule très légère C, fig. 9, pl. 12, telle que de la moelle de sureau, à un cordon de soie: qu'elle soit électrisée, ou dans l'état naturel, cas où les deux électricités se *dissimulent*, la boule restera en repos, parce que l'air la presse également de toutes parts, et que l'électricité répandue sur elle exerce des actions égales en tous sens à celles de l'air même; l'air sec étant isolant, ainsi que la soie de suspension, s'oppose à la sortie du fluide. Mais si une seconde boule D est électrisée de la même manière que C, les deux fluides se repousseront et viendront s'accumuler

dans les régions opposées m et n : dans cet état, la pression de l'air sera encore la même partout; mais, combattue vers m et n par une force supérieure à celle qui agit en o et p entre les boules, elles se repousseront. Ce n'est pas la matière même des boules qui exerce cette répulsion, c'est la pression de l'air qui se trouve devenir plus grande entre ces boules, et qui l'emporte sur celle qui s'exerce au dehors en m et n. Si les deux boules étaient pourvues d'électricités différentes, il y aurait attraction par une raison semblable.

Il n'est pas même nécessaire de donner de l'électricité à la boule, si l'on ne veut que juger de l'existence de l'électricité dans un corps, sans chercher à connaître son espèce. Car tous les corps de la nature sont pourvus des deux électricités à l'état combiné où elles se dissimulent : la boule de sureau en contient donc aussi. Dès que vous en approchez un corps électrisé, la force d'attraction sur le fluide de nom différent, celle de répulsion sur le fluide de même nom, répandus l'un et l'autre dans la boule, s'exerçant à la fois, le fluide naturel de la boule se trouve décomposé ; l'une des électricités est repoussée, l'autre est au contraire attirée, c'est-à-dire que l'une se porte sur l'hémisphère éloigné, l'autre sur l'hémisphère voisin, et il y a nécessairement attraction par ces deux causes. Si le corps électrisé vient à toucher la boule, il lui communiquera une partie du fluide qu'il contient, et celle-ci deviendra électrisée par le fluide de même nom : l'attraction sera donc de suite changée en répulsion. Mais rien dans cette expérience n'indique quelle était l'espèce de fluide dont le corps était chargé.

Le phénomène que nous venons de décrire est ce qu'on appelle *l'électricité par influence*, qui consiste en ce qu'un corps électrisé ne peut se trouver en présence d'un autre, sans décomposer son fluide naturel, et par conséquent sans l'électriser lui-même ; en sorte qu'il devient à son tour capable de manifester les propriétés électriques d'attraction et de répulsion.

Dans un corps électrisé le fluide se porte en entier à la surface, puisque ses particules se repoussent mutuellement. Le fluide y forme une couche infiniment mince, mais qui pourtant est

d'autant plus épaisse que la charge électrique est plus forte. En même temps l'action répulsive du fluide croît et peut finir par rompre l'effort opposé par la résistance de l'air. On voit alors le fluide s'élancer sous forme d'aigrette ou d'étincelle. Cet effort, exercé par le fluide électrique pour s'échapper, ou, si l'on veut, l'épaisseur de la couche dont le corps est couvert, est ce qu'on nomme la *tension électrique*. Cette couche varie avec les points de la surface si le corps n'est pas sphérique, car elle dépend de la répulsion des molécules fluides qui croît avec leur nombre, et de la forme du corps sur lequel elles sont répandues. L'expérience et le calcul prouvent même que, dans un cylindre terminé par deux hémisphères, presque toute l'électricité se porte aux deux bouts; c'est vers ces points que l'action électrique est la plus intense; et si vous allongez beaucoup le corps, vous accroîtrez cette force d'accumulation; en sorte que si le corps a la forme d'un stylet, toute l'électricité dont vous essayez de le charger se porte à la pointe, et acquiert de suite une tension telle qu'elle se dissipe dans l'air. On ne peut charger d'électricité un corps qui porte un stylet aigu : c'est en cela que consiste le *pouvoir des pointes*.

L'air étant toujours plus ou moins chargé de vapeur aqueuse, est en partie conducteur; les supports sont dans le même cas : ce sont les causes qui permettent si aisément au fluide électrique de se dissiper.

Coulomb a mesuré l'intensité répulsive ou attractive du fluide électrique, et a trouvé que *cette action s'exerce en raison inverse du carré de la distance*. Un corps électrisé qu'on approche deux fois plus agit avec une force quatre fois plus grande. On conçoit, d'après cela, pourquoi les deux boules électrisées de la fig. 9 se repoussent d'autant plus qu'elles sont plus chargées de fluides semblables.

Si vous voulez accumuler de l'électricité dans un corps isolé, le contact avec un corps électrisé n'y fera passer qu'une portion de fluide proportionnée à l'intensité de celle-ci et à la forme du système; mais vous pouvez accroître cette intensité à un degré très élevé par un procédé fort simple. Supposez que sur une

vitre AB (fig. 10), on ait collé à chaque surface une lame d'étain CD, en touchant CD avec un corps déja électrisé, CD se chargera d'un peu d'électricité ; mais mettez la lame de métal opposée en communication avec le sol, et la charge sera beaucoup plus forte sur CD, car vous aurez fourni au fluide de même nom un chemin pour fuir. Ce fluide est chassé par influence ; tant qu'il était présent, il exerçait aussi sa répulsion et s'opposait à l'arrivée du fluide sur CD ; maintenant qu'il s'est écoulé dans le sol, c'est une puissance de moins à surmonter. D'un autre côté, le fluide de nom contraire y arrive attiré par influence sur sa face opposée : ces deux électricités différentes disposées sur les deux lames de métal, agissent l'une sur l'autre à travers le verre non conducteur, et se retiennent mutuellement en présence ; et comme il n'existe aucune communication de l'une de ces lames à l'autre, ces fluides restent séparés. Chaque dose d'électricité mise sur CD appelle et retient une dose de fluide contraire sur la face opposée : plus le verre est mince, et plus on peut accumuler d'électricité. La charge peut aller jusqu'à trouer la vitre à travers laquelle l'action principale s'exerce ; lorsqu'on établit la communication entre les deux surfaces du *carreau électrique*, la décharge se fait à l'instant, et une vive étincelle atteste le passage des fluides à travers le conducteur dirigé de l'une à l'autre.

Nous pouvons maintenant expliquer la construction et l'usage des instrumens qui sont employés dans les cabinets de physique pour faire des expériences sur l'électricité.

I. *Isoloir*. C'est un tabouret dont les quatre pieds sont des bouteilles solides ou de forts tubes de verre. Une personne montée sur cet isoloir peut être électrisée ; lorsqu'on la touche on en tire de petites étincelles ; on voit ses cheveux se hérisser lorsqu'on approche les mains de sa tête, parce que le fluide s'y porte par influence et tend à s'y accumuler.

Il est bon d'enduire les pieds de gomme laque, pour que l'isolement soit plus complet, cette substance laissant très difficilement passer le fluide électrique. L'emploi de la laque est

...té recommandé dans tous les cas d'isolement dont il va être question.

II. *Balance de torsion* ou *électrique de Coulomb*. Un vase cylindrique en verre (fig. 11) posé sur un plateau, porte à sa surface une bande horizontale de papier, sur laquelle on a tracé les 360 degrés du cercle, et en outre d'autres subdivisions pour marquer les fractions de degrés ; rien n'est plus facile que de marquer ces divisions sur le papier, et de le coller ensuite à la paroi interne du vase. Le haut de la cloche est fermé par une tablette de bois, au centre de laquelle est une colonne verticale ; dans l'axe, on suspend un fil métallique vertical, au bas duquel est fixée, à la hauteur de l'arc gradué, une aiguille horizontale très légère *b*, en gomme laque, dont l'un des bouts porte un petit disque de métal, ou une boulette de moelle de sureau, qui est équilibrée à l'autre bout par un petit poids. Ce fil est attaché en haut du cylindre à un petit plan qu'on a garni d'un rebord, pour recevoir la gorge terminale de la colonne : en sorte qu'en tournant le bouton, le plan tourne en même temps comme le couvercle sur une tabatière ; ce plan et le bout de la colonne sont divisés en 360 degrés ; on peut y lire aisément de combien de degrés on a fait tourner le plan. Cette appareil se nomme *micromètre*.

La planchette qui ferme la cloche est percée d'un assez large trou pour y pouvoir faire passer une tige de verre ou de gomme laque *ca*, terminée par un bouton de métal *a*. Si la boule a été électrisée, et qu'on ait amené le disque *b* de l'aiguille en contact, il y aura répulsion, et les deux corps électrisés et isolés, abrités de tout mouvement de la part de l'air extérieur, s'écarteront, ou plutôt la boulette de l'aiguille, qui seule est mobile, s'écartera d'une quantité dépendante de la force répulsive électrique. Pour mesurer cette puissance, on tourne le bouton supérieur, ce qui force le fil de métal à se tordre, parce que la répulsion s'oppose au rapprochement ; et, comme d'une part, la force de torsion est proportionnelle à l'arc décrit par le plan tordant, que de l'autre on peut pousser cette torsion jusqu'à ramener le

disque *b* de l'aiguille tout près du contact avec le bouton *a*, ou bien à un degré déterminé, on peut apprécier aisément l'intensité de la force répulsive. C'est ainsi qu'on vérifie la loi énoncée de la raison inverse des carrés des distances. Au reste, comme la force agit suivant la ligne droite, et non dans le sens de l'arc, il faut recourir au calcul algébrique pour analyser complètement l'effet.

Si l'appareil est privé de sa colonne, comme on le voit fig. 12, il constitue ce qu'on appelle l'*électroscope de Coulomb*, instrument destiné à rendre patentes de fort petites quantités d'électricité, attendu que l'aiguille C est suspendue à une soie telle qu'on la tire du cocon, qui se laisse tordre avec la plus grande facilité. La tige qui portait la boule électrisée est alors remplacée par une boule fixe A, communiquant en B à l'extérieur par une petite pièce de métal qui passe dans un trou fait à la cage.

III. *Machine électrique*. Le plateau circulaire en glace FF (fig. 13) est traversé à son centre par une tige de bois solidement arrêtée, laquelle repose sur une colonne et prend un mouvement circulaire à l'aide d'une manivelle. Deux autres colonnes H et H' sont destinées à porter les *frottoirs* ; ce sont des coussinets en cuir, rembourrés de crin, qu'on recouvre d'un amalgame sec, de deux parties d'étain, quatre de zinc, et sept de mercure. On agite vivement le tout à chaud dans une boîte de bois, et, quand l'alliage est refroidi, on le pile dans un mortier pour le réduire en poudre. On étend ensuite cette poudre sur le cuir du coussinet.

Ces frottoirs doivent serrer modérément le plateau de verre, l'un sur une face, l'autre sur la face opposée, de manière à se regarder. On met deux autres frottoirs à l'autre bout du même diamètre. Ces frottoirs sont ajustés entre deux lames de bois verticales que portent les colonnes en haut, le plateau passant entre elles. Un arc BCB' en cuivre est terminé en B et B' par des griffes présentant leurs pointes tout près de la surface des plateaux ; les pointes ayant le double pouvoir de dissiper l'électricité et de la soutirer, tout le fluide que la friction développe à la surface du verre passe dans l'arc de métal, qu'on nomme pour

ela *excitateur*, fig. 10 *bis*; de là, se distribuant à la surface des orps suivant une loi qui dépend de leur figure, elle va se porter ans le *conducteur*, qui tantôt est une boule O, et tantôt un cylinre porté sur des colonnes de verre pour l'isoler : le tout repose ur un plateau de bois très solide, pour résister aux mouvemens ue la machine reçoit de la part de la manivelle AA.

Lorsqu'une machine électrique est bien conditionnée, que le emps est sec, et qu'on a mis près du conducteur un réchaud esséchant, elle peut fournir des torrens d'électricité vitrée, ui se manifeste par des étincelles qu'on tire successivement du onducteur.

IV. *Bouteille de Leyde*. Imaginez une bouteille en verre dont a panse extérieure est recouverte par une feuille d'étain *cgd* u'on y a collée ; l'intérieur est rempli de semblables feuilles qui y ont introduites (*V*. fig. 14) ; un *crochet* arqué *mn*, qui traverse e bouchon *a*, a l'une des extrémités *n* plongée dans l'intérieur, par aquelle elle communique au métal, et par l'autre va se terminer n boule *b*. La feuille de métal extérieure ne monte pas jusqu'au aut du col, et, pour mieux ôter toute conductibilité, on enduit ette partie de gomme laque.

Lorsque, tenant la bouteille par sa panse, on présente le bouon au conducteur d'une machine électrique en action, on conoit que chaque portion de fluide qui entre par le crochet dans intérieur produit le même effet que le *carreau électrique*, p. 74, n sorte qu'il n'y a pas de tension électrique très sensible, et u'on peut ainsi charger les deux surfaces interne et externe le la bouteille de grandes quantités de fluides contraires. Dès u'on fait communiquer la panse extérieure avec le bouton par un conducteur métallique, les deux fluides se rejoignent pour se recomposer, et une explosion, d'autant plus forte que les quantités accumulées sont plus considérables, se produit à l'instant, et se manifeste par une étincelle très brillante.

Les *batteries électriques* ne sont autre chose que plusieurs bouteilles de Leyde, dont on fait communiquer ensemble les *armures* extérieures en les posant sur une tablette commune qui ouche le sol par une chaîne de métal, et dont les armures inté-

rieures communiquent entre elles par des tiges de laiton. Comme l'effet de la bouteille de Leyde est d'autant plus énergique que sa surface a plus d'étendue, des jarres à large panse forment, par leur ensemble, une vaste bouteille de Leyde capable d'explosions qui pourraient tuer ou blesser, si l'on n'avait pas soin de bien gouverner les expériences.

V. *Électromètre.* Une demi-circonférence, divisée en degrés, est tracée sur une lame d'ivoire *ac* (fig. 15). Cette lame est attachée à une tige T T ; au centre, est un fil très fin qui supporte une petite boule de moelle de sureau très légère. Cet appareil se visse sur une machine ou une batterie électrique, dont on veut connaître la tension : le pendule, se trouvant chargé de la même électricité que la tige et que le conducteur, est repoussé, et l'arc de cercle indique l'intensité de cette force.

VI. *Électroscopes.* Ce sont des instrumens qui manifestent de très petites charges électriques. Nous avons déja parlé de celui de Coulomb. En voici un autre qui est fort sensible. Dans une bouteille de verre est plongée une tige de métal qui entre par un bouchon et vient saillir au dehors, où elle se termine en bouton, fig. 16. A son extrémité intérieure sont suspendues deux lames de métal très minces ou deux brins de paille, ou etc. Un arc de cercle gradué, dont le zéro est en bas, est tracé sur une bande de papier qu'on colle sur la paroi du vase. Lorsqu'on fait communiquer le bouton à un corps électrisé, le fluide se partage entre ces deux corps suivant de certaines proportions; le bouton conserve donc quelque portion de fluide, qui se répand dans les feuilles d'or ou les pailles ; celles-ci, électrisées par un même fluide, éprouvent une répulsion , et l'arc qui mesure l'écartement donne une idée de la quantité d'électricité du corps soumis à l'expérience. Le col de la bouteille est verni de gomme-laque, pour rendre l'isolement parfait. Pour enlever le fluide et faire de nouveaux essais, on touche le bouton de l'électroscope, et les pailles reprennent leur parallélisme naturel.

Cavallo faisait son électromètre de deux balles de moelle de sureau suspendues à des cheveux ; le tout était enfermé dans

ıe bouteille; les cheveux étaient attachés à une boule de cui- φ qui sortait au dessus du col de la bouteille.

VII. *Électrophore.* On a un gâteau de résine dans une monre de bois qui l'entoure pour le consolider. Lorsqu'on a frotté surface avec une peau de chat, on y a développé de l'électrité, qui y demeure fixée par la propriété dont jouit la résine de pas être conductrice, en sorte que le fluide ne s'y meut qu'avec nteur; *ag*, fig. 17, est un plateau de cuivre au centre duquel st attaché un tube *m* de verre, enduit de gomme laque pour oler ce disque le mieux possible. Lorsqu'on applique le plaau métallique sur le gâteau, et qu'on pose le doigt sur quelque oint *g* du premier, comme le fluide résineux du plateau *st* agit ar influence sur tout ce qui l'approche, que d'un autre côté ce uide résineux adhère assez fortement à la résine pour ne pas ermettre qu'il s'échappe à travers le plateau, l'électricité naturlle à *ga* sera décomposée; le fluide vitré sera attiré dans le sque de métal et le résineux refoulé dans le réservoir commun; nsi, quand on cesse de toucher ce disque, il demeure chargé e fluide vitré, lequel est comme neutralisé par la présence du uide du plateau.

Lorsqu'on retire le disque de métal, en le tenant par le boun *m* de la tige isolante, il est donc chargé de fluide vitré; aussi, n approchant le doigt, peut-on tirer une étincelle. Qu'on pose e nouveau le disque sur le gâteau de résine, et qu'on touche n *g*, on chargera de nouveau le disque, parce que tout y est lans le même état que la première fois, le gâteau n'ayant perdu ucune partie de son fluide résineux. On voit donc qu'on pourra tirer une autre étincelle, après avoir soulevé le plateau par son bouton; et l'on tirera de la sorte une série indéfinie d'étincelles, toutes à peu près de même force. Le gâteau ne perdra sa propriété qu'à la longue, peu à peu, parce que, tant que le disque le touche, la tension est nulle et les fluides ne se dissipent pas.

Cet appareil est un des plus ingénieux qu'on ait imaginés et des plus utilement employés, parce qu'il offre une source presque perpétuelle d'électricité.

VIII. *Condensateur.* Cet instrument, imaginé par Volta, est destiné à accumuler de petites quantités de fluide électrique de manière à former une charge qui le rende sensible. Sur un plateau de marbre (fig. 18), on applique un disque de métal armé au centre d'une tige isolante. Supposons qu'on dépose dans ce disque une quantité à peine appréciable d'électricité résineuse, elle décomposera le fluide naturel du marbre, substance qui n'est parfaitement ni conductrice ni isolante; l'électricité vitrée sera attirée et neutralisée, la résineuse repoussée; mais la vitrée neutralisera à son tour le fluide du disque, qui deviendra sans tension. Un second contact pourra donc y introduire une nouvelle dose de fluide résineux, qui sera de même détruit par la présence du marbre, et ainsi de suite. On voit donc que le disque se chargera d'électricité résineuse, qui, à cause de la nature du marbre, sera dissimulée sans être combinée : et il ne sera pas nécessaire d'opérer plusieurs contacts successifs pour obtenir des charges croissantes; un seul contact, durant quelques momens, de la faible source de fluide résineux, avec le disque, chargera celui-ci avec toute l'intensité qu'on peut espérer de la nature de l'appareil.

IX. *Électromètre condensateur.* Volta a encore imaginé de combiner ensemble deux instrumens, déja décrits, en un seul (fig. 19). La bouteille *hkou* est un électroscope à feuilles d'or (n° VI), surmontée d'un plateau de cuivre *cd* qu'on nomme *collecteur,* parce qu'il va ramasser tout le fluide électrique qui sera mis en jeu. Au dessus est un second disque : les deux surfaces de contact sont enduites d'une légère couche de vernis; un tube *mn* de verre sert à séparer les disques et à isoler le supérieur lorsqu'il sera enlevé. La lanière métallique *nly* communique de ce second disque au sol sans trop s'approcher du plateau collecteur *cd.* On fait communiquer celui-ci avec une faible source électrique par un globule *g,* dont il est pourvu en dessous ; chaque portion est neutralisée par la décomposition qu'elle fait du fluide naturel répandu dans le disque supérieur; et ces doses croissantes d'électricité sont dissimulées l'une par l'autre, sans pouvoir percer les couches de vernis dont les

surfaces de contact sont enduites. On n'observe jusqu'ici aucune trace d'électricité, puisque les deux fluides se neutralisent; aussi les deux feuilles d'or restent-elles immobiles et parallèles. Mais dès qu'on enlève le disque supérieur, l'électricité du plateau collecteur devient active, parce qu'elle n'est plus contre-balancée, et l'on voit les feuilles s'écarter sous les plus faibles doses de la source proposée. FR.

ÉLECTROMÈTRE, ÉLECTROPHORE, ÉLECTROSCOPE. *V.* ÉLECTRICITÉ, où l'on trouvera ces instrumens décrits et figurés. FR.

ELLIPSE (*Arts mécaniques*). Lorsqu'on coupe un cône ou un cylindre, à base circulaire, par un plan oblique à l'axe, la courbe d'intersection de la surface est une *ellipse*. Sa forme est ovale (fig. 14, pl. 13); les axes sont les deux longueurs AB, DE, à angle droit, qui sont le plus grand et le moindre diamètres. Si de l'extrémité D du petit axe, avec un rayon égal au demi-grand axe AC, on trace un arc de cercle FHF′, cet arc coupera AB en deux points F, F′, qu'on appelle *foyers*. Cette dénomination résulte d'une propriété de l'ellipse, qui consiste en ce que *tout rayon lumineux ou sonore, émané de l'un* F′ *de ces points, va frapper la courbe et se réfléchit à l'autre foyer* F, attendu que les lignes MF′, MF, qu'on nomme *rayons vecteurs*, menées d'un point quelconque M de la courbe aux deux foyers, sont également inclinées sur la tangente *pq* en M, ou angle $pMF' = qMF$. C'est sur cette propriété que sont fondées les constructions des miroirs paraboliques, des voûtes de fours à réverbères, etc.

On démontre que *la somme des deux rayons vecteurs menés à tout point quelconque* M *d'une ellipse, est toujours égale au grand axe*, $MF + MF' = AB$ (*V.* mon Cours de Math.). Ainsi, lorsqu'on veut tracer une ellipse, après en avoir marqué les axes et les foyers, on prendra un fil de longueur égale à AB, dont on fixera les extrémités en F et F′; puis, en maintenant ce fil tendu avec un crayon placé en M, on aura des arcs d'ellipse en faisant glisser la pointe du crayon le long du fil tendu. Ce procédé n'est guère usité qu'en grand et sur le terrain; mais on

peut lui donner assez de précision pour décrire la courbe sur le papier, en se servant d'un compas : on prend deux ouvertures successives dont la somme soit AB; avec chacune, et des foyers comme centres, on trace des arcs de cercles, dont les intersections donnent quatre points de l'ellipse. On en obtient ainsi tant de points qu'on veut en changeant de rayons; il ne reste plus qu'à unir ces points par une ligne continue.

Voici un autre procédé plus commode. Prenez sur une règle des longueurs HK, IK (fig. 14), respectivement égales aux deux demi-axes de l'ellipse que vous voulez décrire; puis portez cette règle sur l'angle droit ACD, DCB, etc., dans une direction arbitraire, mais en faisant en sorte que les points H et I tombent chacun sur un côté de l'angle droit : le point K sera un de ceux de l'ellipse. On fera prendre à la règle diverses inclinaisons successives, et K donnera autant de points qu'on voudra de la courbe. C'est ordinairement une bande de papier qu'on prend pour règle, quand on veut tracer une ellipse sur un plan. On fabrique des appareils nommés *compas à ellipse*, où une règle HK, mobile sur des coulisses rectangulaires AC, CD, trace, par son extrémité K, l'ellipse d'un mouvement continu. Les points H et I glissent le long des coulisses, et même on peut approcher autant qu'on veut H et I l'un de l'autre, ces points étant montés en pivots sur des curseurs qu'on fixe où l'on veut sur la règle HK, à l'aide de vis de pression. Un crayon est attaché en K dans une douille, et la règle HK est marquée de divisions, pour pouvoir porter les curseurs sur les points convenables, afin que les axes de l'ellipse soient dans le rapport exigé. FR.

ÉMAIL. On désigne sous ce nom une substance vitreuse en général opaque et colorée, dans laquelle on fait entrer diverses substances métalliques, tels que de l'oxide d'étain, du phosphate de chaux, du borax, etc.

Le plus simple des émaux, et celui qui sert de base à la plupart des autres, s'obtient de la manière suivante : on allie 15 parties d'étain à 100 parties de plomb, et on porte la masse qui en résulte à une température rouge, au contact de l'air atmosphérique. Les métaux s'oxident rapidement et avec ignition;

de liquide qu'elle était, la matière devient solide. Quand elle est légèrement oxidée, on la pulvérise et on la délaie dans l'eau. On décante les liqueurs troubles, on les abandonne à elles-mêmes, et bientôt elles laissent déposer une poussière très tenue, que l'on appelle *calcine*. On mêle 200 parties de cette calcine avec 100 parties de sable siliceux et 80 parties de carbonate de potasse, et on expose le mélange à une température suffisante, seulement pour lui faire éprouver un commencement de fusion. La *fritte* ainsi obtenue entre dans la constitution de tous les émaux.

Afin d'éviter toute coloration accidentelle, lorsqu'on veut préparer l'émail blanc, on mêle la fritte en poudre avec une quantité convenable de péroxide de manganèse, que l'on a déterminée d'avance par quelques essais faits en petit; on introduit le mélange dans un creuset que l'on expose à un feu vif et à l'abri de la fumée. Quand il est fondu, on le coule dans l'eau et on le pulvérise. Après avoir répété trois à quatre fois la même opération, on le coule une dernière fois, et on le livre dans cet état au commerce.

La coloration des émaux se fait avec les mêmes matières que celles des strass. La seule différence est que les strass exigent en général, sous le même poids, beaucoup moins de principe colorant.

EMBAUMEMENT. Opération dans laquelle on employait généralement des baumes, et qui a pour but de préserver les cadavres de la putréfaction et des attaques des insectes. L'art de l'embaumement a beaucoup moins d'importance aujourd'hui qu'il n'en avait autrefois; il était principalement cultivé en Égypte.

Les observations de Rouelle et celles des savans de l'Institut d'Égypte ont présenté des documens précieux sur les momies de ce pays. On en a reconnu de deux classes : les unes ont une incision sur le côté gauche, au dessus de l'aine; les autres n'ont aucune incision.

Dans les deux classes, on trouve des momies qui ont les parois du nez déchirées et l'os ethmoïde brisé, ce qui indique que le

cerveau était vidé par cet endroit; d'autres présentent ces organes intacts.

L'ouverture observée sur le côté de plusieurs momies se pratiquait sans doute dans les embaumemens recherchés pour retirer les intestins, qui ne se retrouvent dans aucun de ces cadavres, et mieux nettoyer la cavité du bas-ventre, que l'on remplissait ensuite d'une grande quantité de substances balsamiques et résineuses, dont la nature éminemment conservatrice et l'odeur forte contribuaient puissamment à prévenir toute putréfaction et à éloigner les insectes.

Les momies qui ont une incision et sont desséchées par l'intermède de substances tanno-balsamiques sont remplies soit avec un mélange de résines aromatiques, soit avec du bitume pur ou de l'asphalte. Les premières sont d'une couleur olivâtre, leur peau sèche, flexible, et semblable à un cuir tanné; un peu retirée sur elle-même, elle paraît former un seul corps avec les fibres et les os; les traits du visage semblent être les mêmes que dans l'état de vie; le ventre et la poitrine sont remplis de résines friables, solubles en partie dans l'alcool; ces résines à froid sont inodores, mais, sur des charbons incandescens, elles développent une fumée épaisse et une odeur aromatique.

Ces momies, très sèches, légères, sont faciles à développer et friables; elles conservent leurs dents, les cheveux et les poils des sourcils; quelques unes ont été dorées sur toute la surface du corps, d'autres seulement sur le visage, les parties sexuelles, les mains et les pieds. Elles sont inaltérables lorsqu'on les conserve en un lieu sec; mais si on les développe et qu'on les expose à l'air, elles attirent l'humidité et répandent bientôt une odeur désagréable.

Les momies remplies de bitume, qui sont rougeâtres, dont la peau est dure et luisante, les traits non altérés, le ventre, la poitrine et la tête remplis d'une substance résineuse noire, dure, peu odorante, qui présente tous les caractères du bitume de Judée, ces sortes de momies sont sèches, pesantes, inodores, difficiles à développer et à rompre; elles sont presque toutes do-

rées comme les précédentes, et n'attirent point l'humidité de l'air.

Les momies qui ont une incision sur le côté gauche, et qui ont été salées, sont également remplies soit d'asphalte, soit de matières résineuses; elles diffèrent peu des précédentes; la peau est plus dure, lisse, tendue comme du parchemin, et n'est point collée aux os. Les résines et le bitume injectés dans le ventre et la poitrine sont moins friables et ne conservent aucune odeur. Les traits du visage sont légèrement altérés; il leur reste peu de cheveux qui tombent lorsqu'on les touche; étant développées, si on les expose à l'air, elles se recouvrent d'une légère efflorescence saline.

Les momies dans lesquelles on a injecté une solution de natron caustique, pour extraire par le fondement les intestins dissous, ont été ensuite remplies d'un liquide résineux ou de pisalphalte chauffé. Ces dernières, dont toutes les cavités sont remplies de bitume, en sont même recouvertes au point qu'elles semblent avoir été plongées entièrement dans la matière bitumineuse en liquéfaction; elles n'offrent plus aucun trait reconnaissable; ce sont celles que l'on rencontre en plus grand nombre dans les caveaux : elles sont noires, pesantes, dures, d'une odeur désagréable, difficiles à brûler; sans cheveux, sourcils ni dorures, et quelquefois peintes en rouge sur la paume de la main, la plante des pieds, etc.

On a, depuis long-temps, essayé diverses méthodes pour parvenir à conserver les cadavres; la plupart des procédés ont été calqués sur ceux des Égyptiens, et, prenant pour guides les traditions d'Hérodote et Diodore, on a souvent suivi les indications les plus fautives. Nous ne rappellerons pas toutes les tentatives faites dans ce sens. Nons passerons sous silence des essais plus heureux, qui, dans les circonstances plus favorables de diverses localités, eussent pu sans doute rivaliser avec les admirables embaumemens des Égyptiens, et nous nous hâterons d'indiquer ces moyens nouveaux, ces agens victorieux que la chimie a offerts de nos jours, et dont le succès est assuré pour tous les climats.

Nous devons à M. le docteur Chaussier la connaissance de l'agent chimique le plus efficace que l'on ait encore employé dans la conservation des cadavres : le deutochlorure de mercure (*sublimé corrosif*) réagit fortement sur les matières animales; il les modifie d'une manière particulière; les parties molles solubles deviennent dures, fibreuses, insolubles, inattaquables par les insectes, et susceptibles, lorsqu'elles sont suffisamment pénétrées, de se dessécher sans éprouver aucun mouvement de fermentation : la solution aqueuse n'en contenant qu'une faible proportion, on a le soin de laisser tremper dans le liquide des nouets remplis de ce deutochlorure, qui se dissout au fur et à mesure que la combinaison avec les matières animales a lieu.

Nous citerons trois exemples remarquables de l'application de cette propriété du deutochlorure de mercure à la conservation des cadavres.

Béclard fut chargé, lorsqu'il était chef des travaux anatomiques de l'École de Médecine, de préparer le corps d'un homme mort d'une *fièvre hectique;* les parens désiraient le conserver dans une cage de verre, mais ils exigeaient qu'on ne l'ouvrît pas; cette condition désavantageuse n'empêcha cependant pas le succès de l'opération. Les intestins furent tirés par une petite incision pratiquée à l'abdomen, ouverts et nettoyés dans une partie de leur longueur. On pénétra dans la poitrine à l'aide de deux incisions faites sous les aisselles, et de l'eau y fut introduite; une petite ouverture fut pratiquée au crâne, le sang des veines abdominales et cutanées exprimé autant que possible; on interjecta une solution mercurielle dans la trachée-artère, et du sublimé en substance fut introduit dans toutes les cavités; le cadavre fut ensuite entièrement plongé dans une solution saturée de deutochlorure de mercure.

Quelques signes de putréfaction s'étant manifestés dans le cours du premier mois, on introduisit alors dans l'abdomen un instrument à l'aide duquel le péritoine fut incisé en plusieurs endroits. Les parties situées sous les membranes séreuses pouvant échapper à l'action du sublimé, suivant l'observation de

Béclard, le corps fut retourné; on fit quelques scarifications sur les points de la peau qui semblaient verdâtres, et l'épiderme de la plante des pieds fut enlevé.

Après un séjour de deux mois dans le bain de sublimé, le corps en fut tiré par un temps sec; il s'est desséché en quelques jours; depuis, il s'est conservé enfermé dans une boîte, et n'exhale aucune odeur; la peau est brune; on remarque une altération dans les traits de la figure par l'amincissement des joues et des lèvres.

M. le baron Larrey s'est occupé, avec M. Ribes, de la conservation du corps du brave colonel Morland, atteint d'une balle dans une brillante charge de cavalerie en Allemagne. Cette opération était d'autant plus difficile qu'il fallait l'exécuter au milieu des camps. Tous les viscères furent retirés à l'aide d'une incision faite le long de la crète iliaque droite, et en coupant les attaches du diaphragme, ainsi que les canaux qui passent dans l'ouverture supérieure de la poitrine. Le cerveau fut vidé au moyen d'injections réitérées et d'une couronne de trépan appliquée à la partie postérieure du crâne; le globe de l'œil fut crevé et pareillement vidé.

On introduisit du deutochlorure dans toutes les cavités; celles de la face furent tamponnées, afin de prévenir leur affaissement, et l'on soutint les traits de la figure par des compresses graduées et des bandages; on enveloppa le cadavre tout entier dans plusieurs draps; il fut plongé dans une tonne remplie d'une solution saturée de deutochlorure, et expédié pour Paris.

Quelques mois après, le baril fut ouvert dans cette cité; on eut le soin de remplir d'étoupes toutes les cavités; des yeux d'émail remplacèrent les membranes de l'œil tirées de l'orbite; le corps fut desséché promptement, et l'on vernit sa surface extérieure. J'ai vu ce cadavre dans l'hôpital de la Garde, à Paris : ses cheveux et ses moustaches étaient bien conservés; sa peau était fort rembrunie, mais ses traits étaient reconnaissables; tout le corps, sec et dur, résonnait fortement sous la percussion d'une baguette; il n'exhalait aucune odeur : revêtu de ses habits

d'uniforme, il produisait, sur ceux qui ont connu cet excellent militaire, une illusion pénible.

La description des procédés employés par M. Boudet, pour la conservation d'une jeune fille de dix ans, offrira des détails plus complets encore sur ce genre nouveau d'*embaumement*. On fit modeler cet enfant, et l'on choisit des yeux d'émail semblables aux siens.

Tous les viscères furent enlevés à l'aide d'incisions convenables : le cerveau fut retiré par l'occiput, les yeux remplacés par un tamponnement, toutes les cavités remplies avec de l'étoupe sèche, et les ouvertures fermées par des sutures exactes ; le cadavre avait été, dans le cours de ces opérations, immergé dans de l'alcool pur, puis dans une solution alcoolique faible de sublimé.

Le corps ainsi préparé fut plongé dans un bain d'une solution aqueuse saturée de deutochlorure de mercure, dans laquelle des nouets de ce composé étaient plongés pour remplacer celui qui était absorbé. Vingt kilogrammes de deutochlorure ont été employés à cette opération. Au bout de trois mois, on a retiré le cadavre, on l'a suspendu pour le laisser égoutter et le dessécher sur des bandes disposées de telle sorte qu'elles pussent empêcher les déformations ; les parois des cavités trop affaissées ont été relevées avec de nouvelles étoupes ; les lèvres et les paupières ont été maintenues closes au moyen de *taffetas d'Angleterre*. Lorsque la dessiccation fut complète, on s'aperçut que quelques traits de la figure étaient altérés, et surtout la lèvre supérieure : un artiste habile répara ce défaut avec de la cire, en imitant le buste qui lui servait de modèle. La peau, d'une teinte grise, fut colorée avec du fard ; les cheveux étaient parfaitement conservés dans leur couleur naturelle. Cette jeune fille, parée de ses habits, cause une illusion complète. On conçoit toute la supériorité d'une semblable conservation sur l'embaumement des anciens : celui-ci présentait de plus grandes difficultés, était bien plus long et dispendieux ; les nombreuses enveloppes cachaient et défiguraient presque toutes les parties

du corps; enfin, ils n'eussent pas été à l'abri des altérations dans nos climats humides.

Plusieurs composés et sels métalliques pourraient, sans doute, être substitués au deutochlorure de mercure; mais leur efficacité n'est pas constatée par des expériences suffisantes. M. Braconnot a proposé, pour cet usage, le persulfate de fer; les essais auxquels il s'est livré permettent l'espoir du succès. (*V.* le n° IV du Journal de Chimie médicale, 1825.)

On sait que l'*acide pyroligneux*, imbibé dans les chairs, permet de les dessécher complètement sans altération; il n'y a pas de doute que l'on parvînt ainsi à conserver les cadavres; la couleur brune qu'ils acquerraient pourrait être masquée par une couche de peinture, dont les teintes varieraient suivant les principes de l'art. La créosote jouit à un degré encore beaucoup plus élevé de la propriété de conserver les substances animales et de les préserver de la putréfaction.

Il me semble que l'on parviendrait à imprégner les cadavres, plus promptement et d'une manière plus complète, de la solution conservatrice, en les y plongeant dans un vase cylindrique, à bride et à boulon, dans lequel le vide serait opéré par une pompe pneumatique; l'air et les gaz intérieurs s'échapperaient au travers des liquides, et seraient remplacés par celui-ci lorsqu'on laisserait la pression atmosphérique exercer son effet; on réitérerait ces opérations un nombre de fois suffisant; peut-être alors emploierait-on avec succès une solution saturée d'alun, qui laisserait la peau incolore, ou une forte infusion de tan, que l'on pourrait renouveler. L'appareil une fois établi, ce moyen serait plus simple, moins dispendieux, et éviterait, peut-être, quelques incisions et extractions difficiles des parties internes. P.

EMBOUCHURE. *V.* HANCHE. FR.

ÉMERAUDE, Pierre précieuse d'un beau vert, qui tient le premier rang après le diamant, le rubis d'Orient, et le saphir.

Le béryl, ou aigue-marine, est considéré comme une variété de la même espèce que l'émeraude.

L'émeraude du Pérou est la plus estimée par sa transparence et la beauté de sa couleur.

Les émeraudes béryls ou aigue-marines, sont beaucoup inférieures aux émeraudes de l'Égypte et de l'Inde, et surtout à celles du Pérou : la cause de cette infériorité doit être attribuée à leur couleur moins agréable, qui varie entre le verdâtre, le vert-bleuâtre ou jaunâtre, le jaune de miel, etc., etc.; et d'une autre part, à ce qu'étant plus communes, on se les procure plus facilement. L'émeraude, en général, a les caractères spécifiques suivans : elle est moins dure que les autres gemmes, raie aisément le verre et difficilement le quartz : sa forme primitive est l'hexaèdre régulier : la forme de sa molécule intégrante est le prisme triangulaire équilatéral ; sa pesanteur spécifique, inférieure à celle des autres gemmes, est de 2.72. Elle se fond au chalumeau en un verre blanc un peu écumant, et jouit de la double réfraction à un degré médiocre.

Toutes les variétés de l'émeraude appartiennent, comme principe accidentel, aux roches d'ancienne formation ; les granits des différens pays en contiennent des cristaux de la variété dite béryl ou aigue-marine : tels sont les granits des monts Altaï et Ourals, en Sibérie : de Wicklow, en Irlande ; du Brésil, qui fournissent presque exclusivement aux besoins de la joaillerie. Les granits de Bavière, des États-Unis, de France, près Limoges, renferment des béryls moins régulièrement cristallisés et beaucoup plus abondans, qui n'ont d'autre utilité que celle de fournir de la glucine pour les usages de la chimie. Les béryls ont pour gangue un quartz enchâssé dans le granit.

L'émeraude et le béryl, d'après l'analyse de Vauquelin, renferment de la *glucine*, oxide terreux particulier que l'on rencontre aussi dans un minéral d'une autre espèce, l'*euclose*.

Le même chimiste s'est assuré que le principe colorant de l'émeraude du Pérou est l'oxide de chrôme, et que le béryl, au contraire, doit sa couleur à l'oxide de fer. L....r.

ÉMERI. Ce minéral, composé de silice, d'alumine et d'oxide de fer, est très répandu dans l'île de Naxos, au cap Émeri, d'où l'on en tire des quantités considérables ; on le trouve dans le

de Guernesey et de Jersey, en Perse, en Saxe, en Suède, etc.
Sa couleur varie du rouge-brun au brun foncé. Il se présente, masses informes, mêlé avec d'autres minéraux; sa cassure re un grain très serré; sa densité est de 4 environ; il est ne dureté si grande qu'il raie le verre, le cristal de roche, la part des pierres dures.

On se sert de l'émeri pour user, aplanir, disposer au poli di- rs corps durs, tels que les verres d'optique, les glaces, les istaux, le fer, l'acier, les marbres, etc. On vend aussi sous le m d'*émeri* des sables de grenat et de zircon, que l'on trouve ez abondamment dans un assez grand nombre de localités, et i sont plus durs que les sables quartzeux. P.

ÉMÉTIQUE. L'émétique est un sel à base double, composé 2 équivalens d'acide tartrique, 1 équiv. de potasse, 3 équiv. protoxide d'antimoine, et de 2 équiv. d'eau.

Les procédés employés à sa préparation sont fort nombreux, is tous donnent un produit parfaitement identique, et on t dire aussi qu'ils reviennent tous à saturer l'excès d'acide la crême de tartre par de l'oxide d'antimoine.

L'émétique est un des médicamens les plus énergiques que connaisse; sa vertu la plus marquée est d'exciter les vomis- ens; aussi l'emploie-t-on avec le plus grand succès lorsqu'il it d'évacuer de l'estomac les substances qui y sont ingérées, opriété qui le rend précieux dans les cas d'empoisonnement. l'emploie aussi comme rubéfiant; son application sur la peau produit une érosion très prononcée et même des phlyctènes.

Dans les manufactures de toiles peintes, l'émétique sert quel- efois de mordant. L'émétique cristallise en octaèdres ou en raèdres blancs demi-transparens, solubles dans 14 fois leur oids d'eau froide, et dans 1,8 d'eau bouillante. Ils devien- nt opaques à l'air, et finissent par y tomber en poussière. eur solution rougit le tournesol, et précipite abondamment en uge briqueté par l'hydrogène sulfuré : le tannin, les décoc- ns de quinquina, et tous les végétaux astringens y produi- t également un précipité. Celui qu'y forment les acides mi- éraux disparaît lorsqu'on ajoute un excès d'acide.

Le mode de préparation le plus anciennement connu et plus généralement usité consiste à traiter par une quantité suf-fisante d'eau bouillante 2 parties de verre d'antimoine bien porphyrisé, et 3 parties de crême de tartre pulvérisée, à soute-nir l'ébullition jusqu'à ce que la surface de la liqueur soit recou-verte d'une légère pellicule; alors on retire le feu, on couvre la bassine, et on laisse refroidir sur le fourneau; le lendemain on décante les eaux-mères, on met à part toutes celles qui sortent limpides, puis on jette les cristaux, avec tout le résidu, sur un tamis de crin; le dépôt passe au travers, les cristaux restent, on les lave à diverses reprises avec portion des eaux-mères claires et l'on fait un dernier lavage avec un peu d'eau froide qu'on réunit aux eaux-mères. On dissout les cristaux dans de l'eau bouillante, on clarifie au blanc d'œuf, on filtre, on évapore jus-qu'à légère pellicule, et on laisse cristalliser de la même ma-nière. D'un autre côté, on filtre les eaux-mères, on les évapore jusqu'à siccité et avec beaucoup de ménagement; sur la fin on reprend par l'eau froide, on filtre de nouveau, et l'on recueille les cristaux tant qu'on en obtient. On réunit ensuite ceux de même nuance pour les purifier ensemble.

On a beaucoup préconisé depuis quelques années le procédé de la Pharmacopée d'Édimbourg; mais je ne sais pas si, tout compte fait, il mérite la préférence sur le précédent. A la vérité, on obtient de prime-abord des cristaux assez blancs; mais la préparation du sous-sulfate d'antimoine qu'on est obligé de faire compense, à mon avis, et au delà, le désavantage d'une ou deux cristallisations de plus. Quoi qu'il en soit, voici en quoi consiste ce procédé :

R. Sous-sulfalte d'antimoine bien lavé, crême de tartre en poudre, de chaque, parties égales; eau, quantité suffisante.

On soumet le tout à l'ébullition, et l'on soutient l'action de la chaleur jusqu'à ce que la liqueur porte environ 20° à l'aréo-mètre; alors on passe au travers d'un blanchet et on laisse cristalliser. On évapore ensuite les eaux-mères, et l'on réitère ainsi tant qu'on obtient des cristaux. Les plus colorés sont réunis pour être dissous de nouveau.

sieurs auteurs se sont accordés avec Macquer à donner la
rence à la poudre d'algaroth (oxichlorure d'antimoine)
la préparation de l'émétique. On pourrait se servir avec
d'avantage encore de l'oxide d'antimoine pur provenant
ıvages de l'oxichlorure d'antimoine avec un carbonate
n; toutefois ce procédé, excellent pour la médecine, ne sau-
soutenir la concurrence avec les autres sous le rapport
mique. Mais une méthode qu'on s'étonne de ne pas voir
er plus généralement, c'est celle qui consiste à se servir,
u de verre d'antimoine, de ce qu'on appelle *oxide gris*,
qui résulte de la simple calcination du sulfure; car la vitri-
on qu'on lui fait subir ne lui ajoute que des qualités
bles, en lui donnant d'une part trop de cohésion, qui le
plus difficile à attaquer, et de l'autre en le combinant
une certaine quantité de silice, qui augmente encore son
ıbilité et qui gêne la cristallisation. R.

IPLATRE. Il est assez difficile de définir d'une manière
se les différentes préparations médicales qu'on a comprises
le nom d'*emplâtres*, mais on s'accorde assez généralement à
er ainsi le résultat de la combinaison des oxides métalli-
avec les matières grasses. Comme les savons, les emplâtres
produits par la réunion d'un oléate avec un margarate,
ils en diffèrent par leur insolubilité dans l'eau et dans l'al-
L'oxide métallique le plus généralement usité dans la pré-
ion des emplâtres est l'oxide de plomb; il constitue l'*em-
e simple*, le seul dont nous parlerons.

mplâtre simple se fait avec :

Graisse de porc	1,500 kilogr.
Huile d'olives	1,500
Litharge	1,500
Eau, quantité suffisante.	

premier soin qu'on doit avoir est de s'assurer de la pureté
xide : car on exige que cet emplâtre soit très blanc, et l'on
ut obtenir cette qualité lorsque la litharge contient du cui-

vre ; ce qui est assez fréquent, surtout pour les litharges
çaises.

La litharge étant supposée de bonne qualité, on la pulv
et on la passe au tamis de soie, puis on réunit dans une ba
de cuivre, d'une capacité convenable, les différens corps gra
entrent dans la composition de l'emplâtre, et on leur ajoute
certaine quantité d'eau; on chauffe jusqu'à liquéfaction
plète, puis on met la litharge ; on agite continuellement, et
soumet le tout à l'ébullition. Il se produit une grande tum
tion, due partie à l'air interposé, partie à l'acide carbo
contenu dans la litharge, et qui se dégage à mesure que la
binaison s'opère. La couleur du mélange, qui dans le pri
est rougeâtre, passe ensuite au gris, et devient de plus en
blanche à mesure que l'union devient plus intime. On reco
que l'opération touche à sa fin lorsque la vapeur d'eau ne
plus échapper de la masse en ébullition sans être envelopp
une mince pellicule d'emplâtre qui forme bulle et vient vo
dans l'air. On juge enfin qu'elle est tout-à-fait terminée, q
une petite partie de la masse plongée dans de l'eau froide
s'y pétrir entre les doigts sans y adhérer. Parvenu à ce poin
retire du feu, on laisse refroidir; on malaxe ensuite portio
portion pour enlever la *glycerine* et la quantité d'eau sura
dante, et l'on réduit en magdaléons, que l'on conserve
l'usage. R.

EMPORTE-PIÈCE. Coupoir, Découpoir. Lorsqu'une
de métal d'une médiocre épaisseur doit être divisée en plus
petites parties d'une forme déterminée, on se sert à cet effet
emporte-pièce; c'est un outil d'acier trempé, dont le contou
la partie tranchante a un périmètre égal à celui que doit av
pièce qu'on veut découper. Cet outil exige une percussio
une forte pression. Souvent un simple marteau à main s
mais d'autres fois il faut recourir à des moyens plus puis
tels que des Balanciers. Fr.

ENCAUSTIQUE. On donne ce nom à une compositio
ployée en peinture, dans laquelle on a pour but principal de
incorporer de la cire; elle est surtout appliquée sur les car

parquets mis en couleur pour frotter une première fois et sposer à recevoir la cire qui doit être étendue ensuite par frottement.

On fait dissoudre dans cinq litres d'eau de rivière, 125 grammes ($\frac{1}{4}$ de livre environ) de savon, on y ajoute 500 grammes livre) de cire coupée en petits morceaux, et l'on fait fondre à naud; on met alors dans le mélange 60 grammes (2 onces environ) de cendres gravelées (sous-carbonate de potasse), on gite, on laisse refroidir en remuant de temps à autre, afin que s parties de densités différentes soient mélangées en une sorte 'émulsion épaisse.

Cette composition, étendue sur le carreau ou le parquet, peut a couvrir 48 à 56 mètres, ou 12 à 14 toises carrées; 15 à 20 eures après on peut frotter. P.

ENCENS. L'encens ou oliban est une gomme résine qui a été ttribuée, par Linnée, au *juniperus Lycia*; mais l'on ne possède ucune certitude à cet égard. Bruce prétend qu'elle provient 'un arbre qui croît dans la partie de l'Amérique extérieure, au étroit de Babel-Mandel. Adanson rapporte avoir vu cet arbre, t il pense qu'il doit constituer un genre nouveau. Quoi qu'il en oit, l'encens nous est envoyé en morceaux, en larmes, ou en rains de différentes grosseurs. C'est une substance sèche, friable, d'un jaune pâle ou blanchâtre, translucide, recouverte d'une orte d'efflorescence; sa cassure a un aspect brillant; sa saveur st amère, et son odeur aromatique. Mis sous la dent, il se brise n petits morceaux qu'on a de la peine à réunir. Cette gomme-résine se présente souvent en gouttes ou larmes oblongues arrondies par leur extrémité, quelquefois seules et d'autres fois géminées : on lui donnait, dans ce dernier cas, le nom d'encens mâle. Cette substance a été employée, dès la plus haute antiquité, pour la purification des temples et le culte divin. Elle est encore de nos jours consacrée aux mêmes usages; mais comme elle ne répand point une odeur agréable lorsqu'elle est seule, on ui mêle d'autres aromates, tels que benjoin, musc, storax, ambre, baume de tolu, etc.; on en fait une poudre qu'on projette par petites parties sur des charbons ardens.

Les pastilles d'encens se font avec une ou plusieurs des substances que nous venons d'indiquer, auxquelles on ajoute une certaine portion de nitre et de charbon pulvérisés; on piste le tout avec un mucilage, pour en faire une pâte qu'on moule en trochisques coniques ou de forme de tétraèdres allongés; on les met ensuite à sécher dans une étuve. Lorsqu'on veut s'en servir pour parfumer un lieu quelconque, on allume leur sommité à la flamme d'une bougie, et on les pose sur leur base; la combustion se continue d'elle-même, et ils répandent une odeur plus ou moins agréable, suivant leur composition. La plupart du temps on se sert, mais bien mal à propos, de ces pastilles pour assainir l'air d'un lieu infecté par quelques miasmes. Toutes ces fumigations aromatiques masquent les mauvaises odeurs, mais ne les détruisent pas. R.

ENCLIQUETAGE (*Arts mécaniques*). Pour empêcher que le mouvement circulaire d'une roue ne puisse rétrograder quand le moteur cesse d'agir, ou par d'autres causes, on se sert ordinairement d'une languette appelée *cliquet*, qui porte sur le fond des dents obliques d'une roue à ROCHET (V. ce mot). Cet appareil fort simple a quelquefois des inconvéniens qui ne permettent pas de l'employer, et on préfère alors l'*encliquetage* de Dobo, représenté fig. 13, pl. 13.

Ce mécanisme, que l'on peut considérer comme un nouvel élément de l'art, se compose d'un disque creux *a* semblable à une roue de champ, et d'une pièce diamétrale *bb* brisée à charnière vers son milieu *c*. Cette pièce est fixée à carré sur l'axe de rotation dont on veut empêcher la rétrogradation; le disque *a* fait partie de la roue mobile et tourne avec elle sur un arbre cylindrique *b*.

L'effet dépend essentiellement de la courbure qu'on donne aux bouts de la pièce *b*, qui est formée de deux arcs de cercle dont les rayons sont inégaux: l'un [illegible] a son centre en *d*; l'autre [illegible] a le sien en [illegible], en sorte que l'un des rayons est plus court et l'autre plus long que [illegible]. Il résulte de cette disposition que, si l'on décrit du centre [illegible] avec le rayon [illegible] un arc de cercle *p*,

tous les points de l'arc fg lui seront intérieurs, et tous ceux de l'arc fh lui seront extérieurs.

Ainsi, les distances du point c aux divers points de l'arc fh vont en augmentant à mesure que l'on approche du point h, en sorte que la pièce hgc, pressée par le ressort r, est constamment en contact avec un des points de l'arc gh. Si, dans cette situation, le disque a tourne dans le sens de la flèche m, l'arc gh tendra à rouler sur la paroi intérieure, et le rayon cf du point de contact f sera forcé, pour devenir le prolongement de ck; mais comme ce rayon cf est plus grand que la distance cf', la somme des lignes cf, ck, sera plus grande que le rayon $f'k$ de la circonférence intérieure. Ces deux lignes ne pourront donc devenir le prolongement l'une de l'autre que dans le cas où la circonférence du disque céderait à la pression opérée sur le point f par le levier brisé fck, ou bien dans la circonstance où ce levier se refoulerait sur lui-même, chose impossible quand l'appareil est construit avec la solidité convenable à l'objet. On voit donc que, si la roue prenait un mouvement rétrograde, c'est-à-dire dans le sens de la flèche n, elle n'entraînerait point le diamètre bb, et que la pièce hgc, pressée par le ressort r, traînerait sur la paroi intérieure du disque.

Il semble nécessaire, d'aprés la remarque précédente sur les causes de rupture de l'appareil, de chercher la disposition la plus favorable pour diminuer la pression du levier brisé, en évitant toutefois que l'extrémité mobile du rayon glisse sur la paroi intérieure, car le principe du mécanisme repose entièrement sur le frottement de la courbe hfg contre cette paroi.

Si l'on regarde le frottement comme égal au cinquième de la pression, un corps placé sur un plan incliné de 11° 18′ 30″ ne glissera pas sur ce plan; la pièce mobile hgc ne glissera pas sur la paroi intérieure, lorsque la ligne menée par le point de contact f et le centre c fera avec le rayon du point de contact f un angle un peu moindre que 11° 18′ 30″. Par ce moyen, la force qui tend à briser le bord du disque ne sera qu'un peu plus de

cinq fois la force qu'il faudrait appliquer à l'extrémité du rayon *kf* pour faire tourner l'axe *k*.

On peut facilement déduire de ce principe un procédé simple pour donner à cette espèce d'encliquetage la disposition la plus convenable. Pour cela, tracez du centre *k* une circonférence dont le rayon *kv* soit moindre que le cinquième du rayon *kf;* menez un rayon quelconque *fk* au centre *k;* élevez une perpendiculaire à ce rayon, jusqu'à la rencontre *v* avec la petite circonférence; joignez ce point *v* au point *f*; sur le milieu du rayon *kf* élevez une perpendiculaire, le point de rencontre *c* déterminera la charnière du rayon brisé, et la longueur *cf* sera la distance du point de contact au centre *c*. Cette construction faite, si l'on prend sur le rayon *kf* un centre *e* peu distant de *k*; que de ce centre on trace un arc *fh*, et que d'un centre *d* pris sur le même rayon *fk* avec un rayon *df* moindre que *cf*, on trace un arc *fg*; la courbe *hfg* sera celle qui doit terminer le rayon brisé, auquel on donne le nom de *buttoir*. La même construction est employée pour l'autre extrémité de la pièce diamétrale.

On pourrait construire, sur le même principe, un encliquetage qui aurait la forme ordinaire, avec cette exception que la roue, au lieu d'être dentée sur la partie où porterait le buttoir, présenterait un bord cylindrique, fig. 17. Il serait aussi possible d'empêcher la rétrogradation d'une crémaillère, en employant la construction que montre la fig. 18; enfin, il y a une foule de circonstances où cette construction peut être avantageusement mise en œuvre FR.

ENCLUME (*Arts mècaniques*), masse de fer ou de fonte, ayant un poids, une forme et des dimensions appropriées aux travaux qu'on veut faire, sur laquelle on forge à chaud ou à froid. La surface sur laquelle on bat les métaux doit être dure et lisse. Ordinairement le milieu, ou la *table*, a la forme d'un parallélogramme, et les bouts, appelés *bigornes*, sont, l'un cylindrique et l'autre quadrangulaire, pour que l'ouvrier trouve le moyen de façonner diverses pièces. Un trou carré est percé tout près du bord de la table, pour recevoir un tranchet sur lequel

on coupe le fer. Les enclumes sont fixées sur des billots scellés en terre ou dans un massif, près du foyer de la forge.

Les enclumes de fer doivent être aciérées en acier de bout, trempé à toute sa force. A cet effet, le fabricant brise son acier par bouts d'environ un pouce de long, qu'il met à côté les uns des autres, en trousse carrée, maintenue avec un lien de fer. Il soude cette trousse dont il fait une planche, qu'il soude à son tour comme une mise sur l'enclume.

Le haut degré de chaleur nécessaire pour cette opération dénature l'acier, surtout à sa surface. Comme il faut lui rendre sa qualité, on fait chauffer l'enclume pendant quelques heures dans une boîte pleine de cément, et on la trempe en faisant tomber, sans interruption, une forte colonne d'eau fraîche sur la table, jusqu'à ce que la chaleur soit descendue au point de ne pas amener de recuit à la surface. Dans cet état, l'enclume doit faire rebondir le marteau avec force, et rendre un son clair et argentin.

Les enclumes en fonte ne coûtent que le tiers des précédentes. Celles des gros martinets pèsent 8 à 10 mille; elles ont la forme de T. Le refroidissement de ces masses de fonte doit être subit pour qu'elles acquièrent une grande dureté. Fr.

ENCRE. L'encre commune est un liquide noir qui sert à tracer les caractères des manuscrits; elle est en général composée de tannin et d'acide gallique uni à l'oxide de fer, et tenus en suspension dans l'eau par une solution de gomme.

La Noix de galle, le *sulfate de fer* et la Gomme, sont les seules substances vraiment utiles dans la préparation de l'encre ordinaire; celles que l'on y ajoute quelquefois n'ont d'autres effets que de modifier la nuance et de rendre la préparation moins coûteuse; mais, en général, toutes ces encres sont d'une qualité inférieure. Nous citerons plus bas quelques unes des plus usitées.

Pour préparer 200 litres d'encre, on emploie:

Noix de galle.	15 kilogr.
Sulfate de fer.	10

Gomme du Sénégal. 20
Eau. 200

On met dans une chaudière cylindrique en cuivre, d'une profondeur égale à son diamètre, les noix de galle concassées, avec environ 150 kilogrammes d'eau ; on place un couvercle sur la chaudière ; on chauffe jusqu'à l'ébullition, et l'on maintient cette température pendant 3 heures environ, en ayant le soin de remplacer par de l'eau bouillante celle qui se réduit en vapeurs. Au bout de ce temps, on soutire dans un récipient (on se sert communément d'un baquet), on laisse déposer, puis on tire à clair, et l'on fait égoutter le marc sur un filtre (1). D'un autre côté, on on fait dissoudre la gomme dans une petite quantité d'eau tiède, puis on délaie le mucilage obtenu dans la décoction de noix de galle.

On fait encore dissoudre séparément le sulfate de fer, et l'on verse la solution dans le mélange de gomme et de noix de galle, en brassant fortement. Le liquide prend une teinte brune ; on le laisse exposé à l'air dans des tonneaux défoncés d'un bout, et on l'agite fréquemment à l'aide d'une spatule, afin de favoriser la réaction de l'oxigène de l'air qui augmente par degrés l'intensité de la couleur.

Il vaut mieux obtenir une encre pâle, qui se fonce sur le papier, qu'une encre trop noire, parce que celle-ci serait moins fluide. On essaie donc de temps à autre le liquide exposé à l'air, et dès qu'il a acquis la teinte voulue, on le laisse déposer en couvrant le tonneau, on le soutire à clair avec précaution, puis on le met en bouteilles que l'on bouche bien, et même que l'on cachette ordinairement. Quelques fabricans laissent l'encre se couvrir d'une moisissure dans les tonneaux avant de la soutirer ; il paraît qu'ils l'obtiennent ainsi plus claire et moins sujette à se moisir dans les bouteilles et les encriers.

(1) Il me semble que, pour obtenir la solution plus limpide et précipiter une partie du tannin qui se trouve toujours en trop grande proportion, on ferait bien de clarifier cette décoction avec des blancs d'œufs ou du sang.

On peut abréger l'opération, et avoir le premier jour l'encre aussi intense que possible, en calcinant préalablement le sulfate de fer, ou le traitant à chaud avec une petite quantité d'acide nitrique. Dans ce cas, toute la quantité d'oxigène nécessaire est contenue dans le tritosulfate de fer, et il devient inutile d'aérer l'encre dans les tonneaux ; il suffit de la laisser bien déposer avant de la soutirer.

Ce dernier procédé donne une encre moins coulante, et qui ne se fonce plus sur le papier. Enfin, on obtient toutes les qualités requises, le plus promptement possible, en faisant passer à l'état de tritosulfate de fer seulement les o,6 de la couperose que l'on doit employer.

La noix de galle étant d'un prix assez élevé, on en remplace souvent une partie par du sumac, du bois de campêche et même de l'écorce de chêne (tan) pulvérisés. L'encre ainsi préparée est toujours moins fluide et d'une nuance moins belle. Plusieurs fabricans la préparent de cette manière ; ils doublent la dose d'eau que nous avons indiquée pour faire l'encre simple, et nomment celle dont nous donnons la proportion *encre double*.

Pour obtenir une belle encre double d'un noir tirant sur le violet, quelques fabricans ajoutent une petite quantité de CARBONATE DE MANGANÈSE.

Assez ordinairement on prépare l'encre simple en épuisant le marc des noix de galle avec plusieurs lotions d'eau, réunissant les décoctions obtenues ainsi, les filtrant au travers d'une toile, et y ajoutant moitié du poids des noix de galle employées, de bois de campêche et de sumac, qu'on fait bouillir, et dont la décoction est traitée, comme nous l'avons dit plus haut, avec les deux tiers des proportions indiquées de gomme et de sulfate de fer.

Les dépôts noirs qui se forment au fond des tonneaux chez les fabricans d'encre sont vendus, sous le nom de *boues d'encre,* aux emballeurs, pour marquer et numéroter les caisses.

M. Chaptal a indiqué la recette suivante dans sa Chimie appliquée aux Arts. On mêle un tiers de copeaux de car avec deux tiers de noix de galle concassées ; on les fait L.

dans vingt-cinq fois leur poids d'eau, pendant deux heures, en remplaçant l'eau évaporée. On fait dissoudre dans de l'eau tiède de la gomme, et l'on prépare d'un autre côté une solution, à 14 degrés de l'aréomètre de Baumé, de sulfate de fer calciné, à laquelle on ajoute du sulfate de cuivre dans la proportion d'un treizième de la noix de galle employée. On mêle six mesures de la décoction de noix de galle et campêche avec quatre d'eau gommée; on y verse ensuite quatre mesures de solution de sulfate de fer, en agitant la liqueur, qui devient aussitôt d'un beau noir. On achève l'opération comme nous l'avons dit plus haut.

Lewis avait depuis longues années annoncé que, de toutes les substances astringentes, les noix de galle méritent la préférence dans la préparation de l'encre. Il indiqua la proportion de trois parties de noix de galle pour une de sulfate de fer, comme celle qu'il faut préférer.

On sent que ces proportions doivent varier suivant la nature des noix de galle; en employant la meilleure variété, connue dans le commerce sous le nom de *galle d'Alep*, on obtiendra assez constamment de bons résultats.

M. de Ribaucourt a publié la recette suivante, qui paraît lui avoir bien réussi :

Eau.	12 liv.
Noix de galle d'Alep concassée.	8 onc.
Copeaux de bois de campêche.	4
Sulfate de fer.	4
Gomme arabique.	3
Sulfate de cuivre.	1
Sucre candi.	1

Ces ingrédiens sont traités comme nous l'avons dit plus haut.

Les solutions végétales qui entrent dans la composition de l'encre sont sujettes à des altérations spontanées; on voit souvent l'encre se couvrir de moisissures, puis il se forme un dépôt épais. Il paraît que ces altérations sont déterminées par des animalcules; du moins il est certain qu'on les prévient par l'addition

d'un poison actif : le sublimé corrosif et peroxide de mercure sont ordinairement employés à cet usage.

Encres de couleur. Parmi ces encres, une seule est fréquemment employée dans la tenue des écritures de commerce ; c'est l'*encre rouge*. On fait quelquefois usage d'un encre verte et d'une encre jaune ; quant aux autres, ce sont des encres de fantaisie, dont la consommation est insignifiante.

Encre rouge. Suivant M. de Ribaucourt, cette encre se prépare de la manière suivante : on met infuser dans le vinaigre pendant trois jours 100 grammes de bois de Brésil broyé ; on porte l'infusion à la température de 100 degrés, que l'on soutient pendant une heure, puis on filtre. On fait dissoudre à chaud, dans la solution filtrée, 12 grammes de gomme arabique, 12 grammes de sucre et autant d'alun ; on laisse refroidir, et l'on met en bouteilles, que l'on ferme hermétiquement.

On obtient une encre d'une nuance plus belle que celle ci-dessus par une décoction de cochenille à l'aide de l'ammoniaque.

Enfin, on prépare une très belle encre rouge en faisant dissoudre du Carmin dans l'ammoniaque, laissant évaporer l'excès de cet alcali, et ajoutant un peu de gomme arabique incolore dans la solution.

Encre verte. Suivant Klaproth, on prépare une belle encre verte en faisant bouillir un mélange de 2 parties de vert-de-gris avec 1 partie de crême de tartre et 8 parties d'eau, jusqu'à ce que le volume total soit réduit à moitié. On passe alors au travers d'un linge, on laisse refroidir, puis on met en bouteilles.

Encre jaune. On fait dissoudre dans 500 grammes d'eau bouillante 15 grammes d'alun ; on y ajoute 125 grammes de graines d'Avignon ; on soutient à la température de l'ébullition pendant une heure ; on passe le liquide au travers d'une toile, et l'on y fait fondre 4 grammes de gomme arabique.

En suivant le même procédé, et substituant en plus petite dose le safran à la graine d'Avignon, on obtient encore une belle encre jaune. Enfin, on en fait une plus solide encore avec la go

gutte ; il suffit de délayer celle-ci dans l'eau en quantité suffisante pour obtenir la nuance voulue.

Au moyen de solutions concentrées de la plupart des substances tinctoriales, on peut préparer des encres de toutes les nuances ; il faut quelquefois y ajouter de la gomme pour tenir la substance colorante en suspens, ét du sublimé corrosif ou du précipité rouge pour prévenir la moisissure. (*V.* l'article TEINTURES.)

Encre de la Chine. Pendant long-temps on a conservé de fausses notions sur la nature et la préparation de cette substance, de même que sur plusieurs autres produits de l'industrie chinoise. Suivant Herman, elle aurait été préparée avec le liquide noir que donne un poisson, l'*encre* de la sèche, que les Chinois auraient fait évaporer mélangé avec quelque suc végétal.

Dans son Système de Chimie (*édition de* 1807, *traduction de Riffant*), M. Thompson dit que la préparation de l'encre de la Chine consiste dans un mélange de noir de fumée avec une solution de gomme laque par le borax.

Cependant l'histoire nous fait connaître qu'en l'année 620 de l'ère chrétienne, le roi de Corea, dans ses présens annuels qu'il faisait à l'empereur de la Chine, avait mis plusieurs morceaux d'une encre composée de *noir de fumée* et de *gélatine* de corne de cerf. Cette encre était si éclatante qu'elle ressemblait à un vernis.

D'après la recette publiée par le P. Duhalde, comme extraite d'un livre chinois, on met ensemble dans de l'eau les plantes *hohiang* et *kang-sung*, des gousses d'un arbrisseau nommé *tchu-hia-sta-ko*, et du suc de gingembre. On fait bouillir, on clarifie, et l'on fait évaporer jusqu'en consistance d'extrait.

On ajoute, sur 10 onces de cet extrait, 4 onces de colle de peau d'âne, puis on incorpore dans ce mélange 10 onces de noir de fumée ; on en fait une pâte homogène qui prend différentes formes et des dessins, lettres, etc., en relief, dans des moules où on la comprime. Au sortir de ces moules, on tient

pendant quelque temps les bâtons d'encre plongés dans de la cendre.

A l'exception du gingembre, aucunes des plantes indiquées ici par les noms du pays ne sont connues de nos botanistes.

Quoi qu'il en soit, il est certain que si l'on fait calciner dans un tube un fragment d'encre de la Chine, on en obtiendra les produits des matières animales; et Proust, qui a analysé les meilleures espèces d'encre de la Chine, les a trouvées composées de gélatine, de noir de fumée et d'un peu de camphre. Cette dernière substance pourrait avoir été contenue dans l'un des sucs végétaux que les Chinois font entrer dans la préparation de leur encre.

Kasleteyn assure avoir composé une très bonne *encre de la Chine*, en faisant incorporer à chaud du noir de fumée, préalablement calciné avec une solution de colle de poisson; évaporer en consistance convenable, puis couler dans des formes.

M. Proust dit que le noir de fumée préparé à la potasse, mêlé avec la colle-forte, lui a donné une encre que les gens de l'art ont préféré à l'encre de la Chine.

M. Mérimée obtient par le procédé suivant une *encre de la Chine* de bonne qualité. On rend la gélatine fluide, et non susceptible de se prendre en gelée, par une longue ébullition; on en précipite une partie par une infusion de noix de galle; on fait dissoudre ce précipité dans l'ammoniaque, puis on ajoute le reste de la gélatine altérée. Il faut que cette solution soit assez *épaisse*, pour former avec le noir de fumée une pâte consistante susceptible d'être moulée.

Le noir de fumée doit être choisi de la plus grande ténuité possible; on peut prendre celui qui dans le commerce est connu sous le nom de *noir léger* fin; on le mêle avec une quantité suffisante de la colle préparée; on y ajoute un peu de musc ou quelque autre aromate, pour masquer l'odeur désagréable de la *colle-forte;* puis on broie le tout avec soin sur une glace, à l'aide d'une molette. On donne ensuite à la pâte épaisse ainsi obtenue la forme de *bâtons* ou parallélipipèdes rectangles, à l'aide de

moules en bois incrustés des lettres et dessins qui doivent par
tre en relief sur toutes les faces.

On fait dessécher lentement ces bâtons, en les tenant reco
verts de cendres ; enfin, la plupart sont dorés par l'applicati
d'une feuille d'or sur toute leur superficie humectée.

L'encre de la Chine, de bonne qualité, présente les propriét
et les caractères suivans : sa cassure est d'un beau noir luisa
mouillée, elle se dessèche en offrant une superficie luisante
peu cuivrée ; sa pâte, complètement homogène, est excessiv
ment fine ; délayée, elle donne, suivant les proportions d'ea
des teintes plus ou moins foncées, depuis les plus légères ju
qu'aux plus intenses, toujours parfaitement uniformes, dont l
bords peuvent être *fondus*, en passant à temps un pince
mouillé d'eau pure, mais qui, desséchées, ne sont plus susc
tibles d'être délayées à l'eau, même à l'aide du frottement d'
pinceau. Cette dernière propriété prouve que l'encre de la Chi
réagit sur l'une des substances contenues dans le papier : c
étendue sur de la porcelaine, une coquille unie, le marb
poli, l'ivoire, etc., elle est facilement délayée et enlevée
pinceau.

L'encre de la Chine, délayée dans une quantité d'eau te
qu'elle produise un brun intense, coule encore facilement so
la plume, et permet de tracer les traits les plus déliés des
quisses *à l'encre*, ou des dessins les plus légers *au trait*.

Ce n'est qu'après avoir soumis à ces diverses épreuves l'enc
que l'on aura préparée, que l'on pourra être assuré qu'elle
semblable à la meilleure *encre de la Chine*.

On trouve dans les *Annales de chimie et de physique* (juil
1833), la note suivante sur l'encre de Chine :

Toute espèce d'encre se fait avec du noir de fumée, épaissi
moulé en forme de pains. La dixième partie de l'encre fab
quée en Chine se fait avec du noir de fumée, d'huile de To
(*bignonia tomentosa*), d'huile pure et de graisse de porc ;
neuf-dixièmes de l'encre de Chine se font avec du noir de fum
de Tong (*pinus sylvestris*.) L'encre la meilleure et la plus es
mée aujourd'hui se fabrique dans l'arrondissement de Ho

tcheou, qui dépend de la province de Ktang-Nau. Quelques fabricans, à cause de la difficulté de transporter l'huile, envoient dans les districts de King-Siang et de Ching-Youen, des personnes qui achètent à bas prix l'huile de Tong, et la brûlent sur les lieux pour en obtenir le noir de fumée qn'elles rapportent avec elles.

Lorsque l'encre faite avec ce noir de fumée est étendue sur du papier et exposée aux rayons obliques du soleil, elle offre un reflet d'un rouge brillant, si l'on a trempé la mèche de la lampe (où l'on a brûlé l'huile de Tong) dans le suc de la plante thsetsao. (*Cersis siliquostrum*).

Lorsqu'on brûle de l'huile pour en obtenir du noir de fumée, elle donne par livre environ une once de noir de fumée de première qualité. On le recueille à mesure qu'il se forme. Une personne vive et adroite peut faire le service de deux cents lampes. Si l'on recueille le noir de fumée avec trop de lenteur, il se calcine, et l'on perd à la fois l'huile et le noir de fumée qu'on voulait en obtenir.

Voici comment se fait l'encre ordinaire avec du noir de fumée de pin. On commence par dépouiller le pin de toute sa résine, ensuite on abat l'arbre. S'il restait la plus légère partie de résine, l'encre faite avec du noir de fumée de ce bois ne pourrait se dissoudre parfaitement dans l'eau, et encrasserait le pinceau.

Lorsqu'on veut dépouiller un pin de sa résine, on pratique un trou concave au pied de l'arbre, et on y place une lampe. Le bois s'échauffe peu à peu, et bientôt tout le suc de l'arbre découle par la saignée qu'on a faite.

Les morceaux de pin que l'on brûle pour en obtenir du noir de fumée doivent être minces et avoir environ un pied de long. Le lieu destiné à recevoir le noir de fumée est une longue cage en bambous tressés, semblables à la cabane où les mariniers se mettent à l'abri de la pluie dans les bateaux; elle doit avoir environ cent pieds de long. On la revêt à l'intérieur et à l'extérieur de feuilles de papier collé. Ce travail terminé, on pratique plusieurs cloisons percées de petits trous pour donner passage à la

poser le papier à la vapeur de la liqueur de Boyle, pour que d'incolores qu'ils étaient d'abord, ils deviennent noirs sur-le-champ.

On produit un effet semblable en écrivant sur le papier avec une solution d'acétate de plomb, laissant sécher, puis passant sur les lignes un pinceau imprégné d'une solution d'un hydro-sulfate alcalin (de l'eau de Barèges, par exemple).

L'acide sulfurique étendu de dix fois son poids d'eau constitue une sorte d'encre sympathique : on écrit avec ce liquide, et on laisse sécher le papier à l'air libre. Les caractères disparaissent complètement; mais si l'on fait chauffer le papier en l'approchant du feu, les lettres se montrent en brun de plus en plus foncé. Cet effet est dû à la concentration de l'acide sulfurique, qui charbonne le ligneux du papier; aussi, dès que l'on fait éprouver quelque frottement à la feuille ainsi écrite et séchée au feu, toutes les traces noires friables laissent tomber une grande partie du charbon léger qui les constitue, et sont parsemées de trous. Le *prussiate de potasse* (Hydrocyanate ferruré de potasse) en solution assez étendue pour que sa trace séchée soit invisible sur le papier, forme une encre sympathique d'autant plus remarquable, que l'on peut couvrir les caractères tracés avec elle en écrivant sur les mêmes lignes avec de l'encre ordinaire. Il suffit de passer ensuite sur les lignes écrites avec les deux encres un pinceau trempé dans une solution de nitrate acide de fer ou de persulfate de fer, mêlé d'acide oxalique, pour que les derniers caractères tracés à l'encre ordinaire disparaissent, et soient remplacés par les lettres bleues qui constituent la combinaison de l'acide hydrocyanique avec le fer peroxidé.

Le suc d'oignons, avec lequel on peut écrire en caractères qui deviennent invisibles par leur dessication à l'air, prend une teinte brune lorsqu'on chauffe le papier devant le feu. Ce phénomène nous paraît dépendre de l'altération d'une matière végétale par la chaleur.

Si l'on écrit avec une solution d'hydrochlorate d'or étendue, les lettres disparaîtront en se desséchant; que l'on passe alors dessus un pinceau trempé dans une solution de chlorure

ıeuse d'hydrochlorate de cobalt suffisamment étendue pour
: sa couleur soit à peine sensible dans un flacon d'un déci-
e. Si le sel dissous et l'eau employée sont purs, les caractères
t invisibles à froid, et lorsque l'on échauffe légèrement le pa-
r., ils apparaissent en bleu ; que l'on éloigne le papier du feu,
es lettres disparaissent par degrés. On hâte cet effet en exha-
t dessus l'air humide des poumons.
:es phénomènes sont dus, ainsi que M. Thénard l'a fait ob-
rer, aux proportions différentes d'eau que le sel retient dans
circonstances différentes. On sait, en effet, que la solution
ndue de muriate de cobalt est d'un rose léger, invisible sous
a faible épaisseur, tandis que concentrée elle est d'un bleu
ense. A la température ordinaire, l'eau hygrométrique suffit
ur empêcher la coloration de ce sel ; mais si l'on échauffe le
pier qui en est imprégné, cette solution se concentre, elle
ient bleue; enfin, s'éloigne-t-on du feu, le papier et le sel
rent de nouveau l'humidité de l'atmosphère, et la couleur
paraît.
n ajoutant à l'hydrochlorate de cobalt une petite quantité
ydrochlorate de tritoxide de fer, la couleur jaune de ce der-
r rend l'encre sympathique verte. On préfère celle-ci, parce
e ses effets sont plus prononcés.
i l'on dessine à l'encre de la Chine un paysage représentant
scène d'hiver, qu'ensuite on ajoute avec la solution de co-
t, mêlée de tritoxide de fer, les feuilles aux arbres et le gazon
r les blancs qui indiquent la neige, rien de cette addition ne
aîtra jusqu'à ce que l'on approche le papier du feu; mais
rs les arbres sembleront se garnir de leur feuillage, l'herbe
rdira, et une scène d'été succèdera à une scène d'hiver. On
a reparaître celle-ci en laissant le dessin à l'air, et plus
omptement en dirigeant dessus un souffle humide.
On produit encore des phénomènes bien marqués avec l'acé-
e de plomb et la *liqueur fulminante de Boyle* (hydrosulfate
furé d'ammoniaque avec un grand excès d'alcali). Il suffit de
cer des caractères avec la solution de sel de plomb, et d'ex-
r-
p.

détritus des végétaux et des animaux sont dans cette classe. Les troisièmes semblent agir en excitant les forces vitales des végétaux, en puisant, pour la leur transmettre, l'humidité répandue dans l'atmosphère. Quelques engrais appartiennent aux deux ou trois classes; ils remplissent à la fois les deux ou trois indications. contiennent des matières terreuses, des résidus de substances organiques, et différens sels. On peut citer comme exemple de cette sorte d'engrais les terreaux. les boues des rues, les dépôts des égoûts. les mélanges d'urine avec la glaise, la craie. le plâtre, etc., etc.

Les engrais que nous avons placés dans la première classe doivent toujours précéder les autres, mais ne sont pas utiles dans tous les terrains; ils ont été souvent confondus avec les engrais actifs. C'est sans doute par cette raison que l'on rencontre souvent dans divers mémoires et traités sur l'agriculture, les analyses chimiques des sols, dans des circonstances où la constitution physique pouvait seule faire apprécier leur influence sur la végétation. Voici sur quelles données on se fondait dans ces suppositions : on sait généralement que les terres alumineuses et crayeuses sont compactes, permettent difficilement l'infiltration des eaux, et retardent leur évaporation; que celles qui sont solubles contiennent une grande proportion de silice, se laissent trop rapidement traverser par l'eau ; qu'elles deviennent arides et brûlantes après quelques jours de sécheresse; mais l'agrégation différente des parties modifie beaucoup ces propriétés physiques. En effet, on sait aussi que l'alumine légèrement torréfiée acquiert une grande dureté; que des sables alumineux ne diffèrent pas, quant à leur influence sur la végétation, des sables siliceux; que le carbonate de chaux ne forme pas seulement des craies fines, friables. mais encore des pierres dures, comme par exemple la pierre calcaire, les divers marbres, etc.; enfin les mélanges et les combinaisons de la silice, de l'alumine, de la chaux, du carbonate de chaux, affectent des formes physiques différentes, et ont une influence différente sur les végétaux. L'analyse chimique ne peut donc être en gé-

néral que d'un faible secours dans ces circonstances, elle n'est pas d'ailleurs à la portée du plus grand nombre.

Le mode d'essai suivant m'a paru préférable, et je l'ai employé avec succès.

On prend à la surface du sol, en plusieurs endroits, et à diverses profondeurs, une petite quantité de terre; on humecte séparément chaque échantillon avec une quantité d'eau suffisante pour en former un mortier fort épais; on en pétrit de petites boules, que l'on expose au soleil ou dans une étuve pour faire dissiper leur humidité. Lorsqu'elles sont sèches, on les examine successivement; celles qui, offrant une certaine solidité, peuvent cependant être écrasées entre les doigts et réduites en poudre, annoncent un sol que de simples fumures fertiliseront aisément. Les boules qui auront acquis par la dessiccation une grande dureté, ne pouvant être écrasées, ou du moins être réduites en poudre entre les doigts, indiquent un sol trop compacte, susceptible d'être amendé par les engrais qui divisent la terre.

Enfin les échantillons qui, après avoir été desséchés, auront très peu de consistance, céderont promptement à une légère pression ou même s'égréneront spontanément, auront appartenu à une terre trop légère, sur laquelle les fumiers ordinaires seraient long-temps répandus sans la fertiliser, et dont il faut changer la constitution physique jusqu'à une certaine profondeur.

Engrais actifs. Toutes les matières organiques, animales et végétales, susceptibles d'une décomposition plus ou moins lente, peuvent entrer dans la composition de ces engrais; ils présentent aux végétaux plusieurs principes qu'ils peuvent assimiler, et qui sont utiles à leur constitution. On a démontré que la silice, différens sels dissous dans les eaux du fumier, passent dans la circulation et se fixent dans toutes les parties des végétaux; mais c'est surtout par l'acide carbonique qu'ils développent que ces engrais sont utiles aux plantes; celles-ci assimilent son carbone et laissent dégager son oxigène.

On a observé que les engrais très actifs, ceux qui fermentent

rapidement et dégagent beaucoup de gaz, peuvent faire périr les plantes; l'eau du fumier toute pure est dans ce cas : on en a conclu, quelquefois à tort, qu'il fallait laisser pourrir longuement ces sortes d'engrais, et les employer seulement après que tout mouvement prononcé de fermentation a cessé. Il était facile de voir qu'en pourrissant et se *consommant* par degrés, les engrais perdaient une grande partie de leurs principes actifs, ce qui permettait, à la vérité, de les employer en plus grande proportion sans danger pour les plantes; et que l'on eût produit le même effet bien plus économiquement en répandant sur une étendue de terrain beaucoup plus grande le même engrais lorsqu'il avait encore tous ses principes, toute son énergie; qu'alors il aurait de plus été utile en faisant périr quelques mauvaises herbes à la superficie du sol, et ne serait arrivé jusqu'aux suçoirs des plantes en culture qu'après s'être divisé par son mélange avec la terre végétale, et avoir déja fourni des gaz à l'alimentation des parties hors de terre. Il devient donc évident que le cultivateur fait une perte énorme en laissant dégager, pendant une longue réaction, les substances utiles des engrais puissans.

Ce sont ces principes, amenés par une longue et pénible pratique, qui dirigent les agronomes de la Flandre, et c'est dans ce pays que l'on peut chercher les meilleurs exemples à suivre dans la culture des terres. Nous indiquerons quelques uns de leurs usages relatifs aux principaux engrais (1).

Urines des bestiaux. Les fermiers des environs de Lille estiment beaucoup cet engrais. L'urine qui s'écoule des étables sur des pavés disposés en pentes convenables est recueillie dans des tonneaux ou des fosses cimentées; on la transporte le soir dans les champs, et l'on en arrose toute la superficie de la terre. On choisit de préférence, pour cette opération, les temps humides

(1) Ceux qui voudront de plus grands détails les trouveront dans l'excellent Traité sur l'Agriculture de la Flandre française, par M. Cordier (1823). Chez madame Huzard, libraire, à Paris.

ou couverts, et le moment qui suit ou précède immédiatement les semis.

Cet engrais puissant fait périr les mousses et le lichen, réchauffe le sol, détermine une végétation rapide. On peut le considérer comme une des causes principales de la fertilité de la Flandre.

On sait que depuis plusieurs années on a appliqué les urines humaines, recueillies facilement dans les grandes villes, à la préparation d'un excellent engrais, en en imprégnant de la poussière du plâtre cuit ; ce mélange, facile à répandre sur les terres, y porte un sel dont l'influence favorable à la végétation est depuis long-temps reconnue (le *plâtre,* sulfate de chaux), et un engrais puissant.

Gadoue (1) ou *engrais flamand*. Ce dernier nom est adopté par M. Cordier, parce que c'est en Flandre que l'on en a d'abord fait usage, et que c'est là encore que l'on s'en sert avec le plus de discernement. Voici comment on le prépare dans ce pays.

Les fermiers font construire, à quelque distance de la ferme, des caves citernées, sur le bord d'une route, et à proximité du plus grand champ cultivé. Le fond de ces caves est pavé en grès; les murs et la voûte sont en maçonnerie de brique. Chaque cave a deux ouvertures, l'une pratiquée vers le milieu et dans l'épaisseur de la voûte, l'autre dans le mur nord et dans la surface du cercle de la voûte : la première sert à introduire les substances que l'on veut mettre en réserve; elle se ferme par un volet muni d'un cadenas ; la deuxième, plus petite, sert à donner accès à l'air et issue aux gaz.

Pendant les saisons où le travail presse le moins, les agriculteurs envoient leurs voitures à la ville pour enlever les vidanges des latrines, les font transporter dans des tonneaux, et vider dans leurs caves.

(1) On donne à Paris le nom de *gadoue* aux matières fécales mêlées d'urine ; mais on les fait dessécher avant de les expédier pour être répandues sur les terres.

Cet engrais est destiné principalement à activer la végétation des plantes oléagineuses et du tabac, qui donnent le plus de bénéfice ; il sert aussi pour arroser les semis des légumineuses destinées aux bestiaux ; il s'emploie sous forme liquide : on en transporte plusieurs barils dans le champ après les semailles ; on en vide un dans un baquet, puis on répand l'engrais à l'aide d'une poche ou cuillère en fer emmanchée d'un long manche en bois. Lorsque le baquet est vide, on le change de place ; on recommence l'arrosage, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toute la superficie soit recouverte de cet engrais.

Cet engrais est très utile aussi après le repiquage des jeunes plants, mais il faut éviter d'en mettre sur les feuilles et les racines ; on y parvient en le versant à la main dans des trous de plantoir que l'on fait entre les plants.

Les fermiers ajoutent ordinairement, aux urines et matières fécales renfermées dans les caves à gadoue, des *tourteaux* (marcs des graines oléagineuses exprimées) réduits en poudre ; ces résidus, contenant des substances végétales azotées, sont très propres par eux-mêmes à servir d'engrais ; ils s'imprègnent d'ailleurs fortement du liquide contenu dans la fosse, et cèdent peu à peu les produits de sa décomposition aux plantes qui les environnent.

Poudrette. L'engrais connu sous ce nom se prépare en transportant dans de vastes bassins creusés dans la terre les matières fécales recueillies dans les grandes villes par les entrepreneurs de vidanges ; là, cette matière, exposée à l'air par une grande surface, se dessèche spontanément ; on laboure et l'on retourne le dessus de temps à autre, et lorsque la dessiccation est suffisamment avancée, on expédie cette substance pulvérulente par bateaux dans les départemens.

La poudrette agit moins promptement que la gadoue ; elle séjourne davantage sans être totalement décomposée, et les plantes, se trouvant quelquefois en contact avec elle pendant leur végétation, contractent un mauvais goût qui rebute les bestiaux. Au reste, son emploi et ses effets sont fort analogues à ceux de l'*engrais flamand* ; comme

lui, elle fertilise le sol sans y porter aucun germe de mauvaises herbes.

Dépôts des égouts, vases des ruisseaux, des canaux. Ces matières, charriées plus ou moins rapidement ou accumulées depuis un temps plus ou moins long sous les eaux, ne sont quelquefois que des terres limoneuses semblables aux terres d'alluvion; celles-ci sont propres à amender les terres trop légères, ainsi que nous l'avons vu au commencement de cet article; mais le plus ordinairement elles sont chargées de débris de substances organiques, et par leur fermentation développent beaucoup de gaz acide hydrosulfurique; ce gaz est nuisible aux végétaux lorsqu'il est libre; aussi a-t-on reconnu que la chaux mêlée avec ces dépôts permettait de les employer comme engrais. Il se forme alors un sous-hydrosulfate de chaux, qui, en petite quantité, n'est pas contraire à la végétation, et l'excès de chaux sature la plus grande partie de l'hydrogène sulfuré, au fur et à mesure qu'il se développe.

Fumiers de chevaux et de vaches. Ces engrais sont souvent accumulés au milieu des cours des fermes, et reçoivent les égouts des eaux pluviales, qui entraînent les urines et les déjections des bestiaux. Cette disposition, très convenable pour rendre le fumier plus riche et pour retarder sa fermentation, est nuisible aux animaux et aux habitans de la ferme, surtout par la grande quantité d'insectes ailés que ce voisinage attire. Les fumiers de chevaux doivent être séparés de ceux des vaches: les premiers sont plus chauds, ils conviennent aux terres humides *froides;* les seconds sont plus convenables pour les terrains chauds et secs: ces qualités différentes sont attribuées à la nourriture différente donnée à ces animaux. Les uns et les autres perdent de leur valeur par une longue fermentation, ainsi que par une longue exposition à l'air sur la surface des champs, avant les semailles. On ajoute quelquefois à ces fumiers les mauvaises herbes arrachées dans les sarclages: cette pratique est vicieuse, en ce qu'elle introduit les graines de ces plantes parasites qui infestent le champ sur lequel on répand cet engrais.

Fientes de moutons et de poules. Ces engrais sont très puissans; ils se trouvent souvent mêlés avec les autres dans les fumiers des étables et des basses-cours. On sait que le parcage des moutons, usité pour les terres en jachères, rend celles-ci très fertiles; mais il est bien reconnu que les jachères doivent être supprimées, puisque la terre ne s'épuise jamais en variant les cultures et en employant les engrais convenables.

Fiente de pigeons. Cet engrais est excellent; les cultivateurs flamands ont si bien su apprécier sa supériorité sur beaucoup d'autres, qu'ils vont le chercher au loin, et le paient environ 100 fr. la voiture. Cette quantité suffit pour féconder près d'un hectare de terre. On s'en sert principalement pour les cultures lucratives du tabac, du lin et du colsa.

Tourteaux. Ces résidus des graines oléagineuses exprimées sont très estimés comme engrais en Flandre; leur valeur équivaut à peu près aux frais d'extraction de l'huile. Pour les employer on les réduit en poudre, et on les sème à la main dans les temps humides; quelquefois on les mêle dans la gadoue, comme nous l'avons dit plus haut. Cet engrais est réservé pour les cultures lucratives, son prix ne permettant pas de l'employer dans celle des céréales.

Os en poudre. Cet engrais se prépare en réduisant en poudre grossière, dans des moulins à cylindres en fonte cannelés, les os dont on a extrait le suif, et autres. Cette pulvérisation exige une grande force; on y applique celle des machines à vapeur en Angleterre, et l'on vend le produit fort cher (de 9 à 10 schellings le quintal, ou 22 fr. 50 c. à 25 fr. les 100 kilogrammes). Cette matière convient sur toutes les terres; elle produit une fumure persistante pendant quatre ou cinq années, parce que les os ne se détériorent que lentement. Cet engrais est très peu employé en France, où presque tous les os qu'il est possible de récolter sont réservés pour la fabrication du CHARBON ANIMAL.

Résidus des raffineries. Après avoir mêlé le charbon animal au sucre fondu, on clarifie avec le sang battu, et l'on verse sur des filtres; le sirop s'écoule clair, laissant sur le filtre un dépôt

qui, lavé, retient tout le charbon employé, le sang coagulé, quelques substances végétales contenues dans le sucre brut, et une petite quantité de sucre ; ce mélange s'échauffe et fermente très facilement; il forme un excellent engrais, que j'ai indiqué dans un Mémoire sur le charbon animal (1), et qui est fort employé aujourd'hui; il convient surtout aux terres humides, froides : on l'emploie avec un grand succès en le semant sur les prairies artificielles.

Sels considérés comme engrais. Les différens sels, contenus dans le sol, ajoutés à dessein ou apportés avec les engrais, ont une influence bien marquée sur la végétation; mais on n'est pas d'accord sur le mode d'action qu'ils exercent.

Le *plâtre* (sulfate de chaux) active d'une manière vraiment étonnante la végétation de la luzerne, et convient au reste dans beaucoup de cultures et dans différens terrains.

La *craie* (carbonate de chaux) paraît surtout utile pour amender la constitution physique du sol, ainsi que nous l'avons vu au commencement de cet article.

La *chaux* sert à faire périr les insectes ou à les empêcher d'attaquer les grains; elle est employée sur les terres froides et humides. Il paraît que, dans ce cas, elle aide le dessèchement de la superficie de la terre, et facilite l'accès de l'air vers les racines.

Le *sulfate de cuivre* est fort employé depuis quelques années pour une sorte de chaulage de grains. Il est reconnu que ce sel vénéneux défend des attaques des insectes, et qu'il stimule fortement les organes de la plante.

Les *cendres* de bois et de tourbe agissent surtout par le carbonate de potasse qu'elles contiennent; on les répand sur les prairies, dont elles activent évidemment la végétation. Les cendres provenant de la combustion spontanée des pyrites alumineuses lessivées retiennent encore des sulfates de fer et d'alumine, et des sulfures disposées à réagir. On les répand sur les terres; elles les

(1) Théorie de l'action décolorante des charbons, leur application au raffinage du sucre, etc. Chez Thomine, libraire, rue de la Harpe, 88, à Paris. Prix : 1 fr. 50 c.

échauffent, favorisent la germination et les premiers développepemens des plantes, et font périr les insectes. Quant aux *cendres de houille*, elles ne peuvent être considérées que comme une matière très propre à diviser les terres compactes.

Les principaux faits relatés dans un mémoire sur les engrais, que j'ai récemment présenté à l'Académie des Sciences, m'ont paru démontrer les résultats suivans :

1°. Les engrais de matières organiques agissent d'autant plus utilement que leur décomposition spontanée est lente et mieux proportionnée aux développemens des végétaux.

2°. Les engrais les plus actifs, de même que ceux qu'une forte résistance à la décomposition rend trop lents à réagir et presque inertes, peuvent être mis dans les conditions favorables précitées; les moyens indiqués conformes à la théorie se réalisent dans la pratique.

3°. En rapprochant de l'état le plus convenable les engrais dont la dissolution et la décomposition spontanée sont le plus rapides, on parvient à quadrupler et même à sextupler l'effet réalisable.

4°. La chair musculaire, le sang, divers détritus des animaux, ainsi que les fumiers qu'on laissait autrefois s'altérer au point de perdre les 0,5 et quelquefois 0,9 de leurs produits, pourront être aujourd'hui utilisés sans aucune déperdition préalablement éprouvée.

5°. L'action énergique, desséchante et désinfectante des charbons ternes très poreux, peut être appliquée à la conservation de substances très altérables, et à la solution des problèmes du plus haut intérêt pour la salubrité publique.

6°. Diverses matières organiques dissoutes, ou en suspension en très faible proportion, dans l'eau, pourront assurer les plus remarquables effets d'une belle végétation employée en irrigations abondantes.

7°. Les engrais dont les émanations putrides ne sont pas convenablement modérées peuvent passer en partie sans assimilation dans les plantes au point d'y maintenir l'odeur forte qui les caractérise : par les moyens indiqués, on peut prévenir

cet inconvénient grave. Une expérience directe démontre, en outre, que certains principes odorans peuvent être secrétés de même dans la chair des animaux.

8°. Les anomalies les plus frappantes dans l'action des os employés comme engrais sont rationnellement expliquées et rentrent dans la théorie générale; elles peuvent être évitées dans la pratique, ou reproduites à volonté.

9°. L'ordre de la plus grande résistance des os en différens états se présente ainsi.

A. Les os non divisés contenant tout leur tissu organique infiltré de la matière grasse;

B. Les os conservés humides dans lesquels la matière grasse est restée isolée;

C. Les mêmes os, divisés mécaniquement, offrant de plus en plus de surfaces aux agens extérieurs;

D. Les os dont on a éliminé les proportions de plus en plus grandes de la matière grasse;

E. Par les mêmes états de division, les os dans lesquels le tissu fibreux, désorganisé par la température et l'eau, est resté interposé. Les mêmes os dont on a séparé, par les lavages, des proportions de plus en plus fortes de gélatine, agissent d'autant moins dans le même ordre; enfin, lorsqu'ils renferment moins de 1 pour 100, ils sont à peu près inertes. Dans cet état, les os contiennent généralement encore assez de substance altérable au feu pour être fortement brunis par la calcination en vases clos; mais cet effet est dû à la décomposition d'un savon calcaire, insoluble, inerte comme engrais.

10°. Les charbons ternes en poudre très poreuse, imprégnés de substances organiques très divisées ou solubles, agissent utilement. D'abord, par leur faculté spéciale de ralentir la décomposition spontanée, de mieux proportionner ainsi les émanations assimilables au pouvoir absorbant des plantes (car le charbon seul ne cède sensiblement rien de sa propre substance à l'action des racines); ensuite, comme agent intermédiaire, capable de condenser les gaz et de les céder aux plantes sous les influences de température, de pression

d'humidité qui font varier ce pouvoir de condensation : enfin, en absorbant la chaleur des rayons solaires et la transmettant au sol. P.

ENGRENAGE (*Arts mécaniques*), système des roues dentées et de pignons, destiné à communiquer l'action d'une force motrice à quelque pièce, avec une force, une direction, ou une vitesse déterminées. Ce sujet sera traité à l'art. ROUES DENTÉES et NOMBRE DE DENTS DES ROUES. Quand les rouages sont formés d'après de bons principes, ils s'usent peu, ce qui prouve que le frottement n'est pas considérable : cependant, comme ils absorbent toujours une partie de la force motrice, on tâche d'en éviter l'emploi, toutes les fois qu'on doit économiser cette force. FR.

ENRAYURE (*Arts mécaniques*). Pour diminuer la rapidité de course d'une voiture chargée, lorsqu'elle descend une montagne, on passe un sabot en fer sous la roue; ce sabot, retenu à l'essieu par une chaîne, empêche la roue de tourner, et le sabot frotte sur le sol. Les charrettes de roulage ont à l'arrière un chevron horizontal, terminé par un arc vertical, qui, en s'appliquant sur la bande de la roue, la serre à l'aide d'un FREIN, et s'oppose à la rotation. La roue frotte alors sur le plan de la descente, ce qui en ralentit le mouvement. Pour produire cette enrayure, le roulier manœuvre une barre placée sous la voiture, qui agit comme un levier sur le chevron, lequel est disposé de manière à basculer sur son extrétrémité et à presser fortement le frein sur la roue.

On dispose encore une longue perche parallèle au brancart, qui, s'appuyant fortement sur la partie extérieure de la roue, l'empêche de tourner. Des cordes attachées aux deux bouts de la perche la pressent contre la surface de la roue.

Comme ces procédés ne peuvent être mis en usage sans arrêter la voiture, on évite la perte de temps, en se servant d'un mécanisme ingénieux. Le conducteur d'une diligence, assis sur l'impériale, a près de lui une manivelle qu'il fait tourner; l'arbre vertical de cette manivelle est une vis qui mord dans un écrou fixé en haut de la caisse; la vis se prolonge en une tringle de fer verticale qui, par son bout inférieur, agit sur un bras de levier coudé;

de sorte que l'autre bras de ce levier tire une tringle horizontale, laquelle meut un appareil à frein, semblable à celui des rouliers qu'on vient de décrire. Le conducteur peut donc *enrayer* et *désenrayer* à volonté sans quitter son siége, et sans avoir besoin d'employer une grande force, parce qu'il y est aidé par l'action combinée de la manivelle, de la vis et des leviers coudés. Fr.

ÉOLIPYLE (*Arts mécaniques*). On donne ce nom à un instrument formé d'une boule creuse soudée à un manche qui sert à la tenir, et surmontée d'un bec effilé, de manière que l'intérieur de la boule ne puisse communiquer avec l'air extérieur que par un trou capillaire qui termine le canal de ce bec : l'instrument a précisément la même forme que le CHALUMEAU (pl. 8, fig. 1); seulement le volume de la boule est plus considérable.

Voici l'usage de cet instrument. On échauffe la panse sur des brasiers, ou à la flamme d'une bougie, ce qui force une grande partie de l'air à sortir par le trou de ce bec ; on plonge ensuite ce bec dans la liqueur qu'on veut introduire dans la boule : à mesure que celle-ci se refroidit, la pression de l'air intérieur s'affaiblit, et ne faisant plus équilibre au poids de l'atmosphère, la liqueur monte. On expose de nouveau la boule à la chaleur, de manière à amener le liquide à l'ébullition, en maintenant le bec dirigé verticalement, l'orifice en haut, pour que les gaz puissent s'échapper. Vers le terme de l'ébullition, on incline le bec de manière que la liqueur baigne l'orifice interne du canal : la force expansive de la vapeur, développée par la chaleur, s'exerce non seulement contre les parois de la boule, qu'on suppose avoir une résistance suffisante, mais encore sur le liquide. Cette force suffit pour chasser la liqueur par l'orifice du bec; elle sort donc sous forme d'un jet continu, qui s'élance d'autant plus loin que le trou est plus petit, et aussi que la liqueur est plus chaude et moins dense.

On rend l'expérience plus frappante en se servant d'alcool, auquel on met le feu lorsqu'il s'élance au dehors : l'éolipyle donne alors un jet de flamme, spectacle assez curieux pour se graver aisément dans la mémoire des spectateurs. Fr.

ÉPICYCLOIDE (*Arts mécaniques*), courbe d'un fréquent usage, et particulièrement lorsqu'on veut fabriquer des CAMES et des ROUES DENTÉES, sous les rapports de dimension et de figure qui conviennent à ce genre de mécanisme.

Imaginons que la circonférence AB (fig. 15, pl. 13) roule sur la courbe Aa'b'c'...., de manière que tous ses points soient successivement posés en contact avec ceux du contour de cette dernière courbe : chaque point du cercle mobile, transporté par cette rotation, décrira une courbe particulière. Considérant celui des points du cercle mobile qui originairement était en A au contact des deux courbes, il est visible que ce point A se transportera en D. M... La courbe, ainsi décrite ADM dans ce mouvement, est ce qu'on nomme une *épicycloïde*. Si le cercle fixe AA' était remplacé par une droite, la circonférence mobile MGQ (fig. 13, pl. 11), en roulant le long de AB, décrirait une CYCLOÏDE.

L'épure se fait en suivant les principes qui nous ont guidé dans le tracé de la *cycloïde*. On commencera par décrire les deux circonférences données dans l'un de leurs contacts, telles que CA et AB (fig. 15, pl. 13); on prendra sur la courbe mobile ABD des arcs assez petits pour qu'ils puissent être regardés comme égaux à leurs cordes ; *Aa, ab, bc, cd*.... seront donc des arcs égaux qu'on regardera comme de petites droites. On portera la longueur de l'un d'eux, *ab*, le long de la circonférence immobile AA' en Aa', *a'b'*, *b'c'*.... Soit A' le sixième de ces points de division ; en tirant le rayon CA' prolongé de A'B' égal à AB, et décrivant la circonférence A'B'M, on aura le cercle mobile dans sa position actuelle, lorsque le sixième point de division *f* se trouve transporté au contact en A'. Enfin, portant sur cette circonférence de A' vers M, l'arc A*f*, on aura en M le lieu où se trouve alors le point générateur A ; M est donc un point de l'épicycloïde demandée. En réitérant cette construction sur les divers points de division *d'*, *b'*, *c'*..., on aura autant de points M, lesquels, unis par un trait continu, donneront l'épicycloïde ADM....

On pourrait encore trouver chaque point M, en faisant l'angle B'A'M égal à BA*f*, puis prenant la corde A'M égale en longueur à la

orde Af; ce qui dispenserait de décrire le cercle générateur MB' dans chacune de ses positions (1).

(1) Soient D et d les nombres de degrés des deux arcs d'égales longueurs pris sur deux circonférences de rayons R et r; on verra aisément qu'il y a entre ces quatre quantités la relation $RD = rd$; cette équation fera connaître D quand les trois autres quantités seront données. Ainsi l'arc ab de la fig. 15 étant censé égal à sa corde, sera d'un nombre de degrés connu d; notre équation, où les rayons $AC = R$, $AB = r$, déterminera donc le nombre D de degrés de l'arc $a'b'$ qui a la même longueur que ab. Si, par exemple, on suppose que l'arc ab peut être pris de 24 degrés, sans différer sensiblement d'une ligne droite, et que AC soit triple de AB, on fera $d = 24°$, et $R = 3r$, et on aura $D' = \frac{24r}{3r} = 8°$: ainsi, pour le sixième point de division, l'arc A'M sera 6 fois 24°, ou 144°, et l'arc correspondant AA' sera 6 fois 8°, ou 48°. On voit donc qu'il est inutile de tracer le cercle A'MO qui détermine le point M, puisqu'on prend la valeur angulaire de l'angle ACA' de 48°, ce qui donne la position du rayon CA'; on tire ensuite la droite A'M faisant l'angle MA'B' de 18°, comme étant mesuré par la moitié de l'arc MO, supplément de $A'M = 144°$: enfin, on prendra $A'B' =$ le rayon $AB = B'M$, ce qui donnera le point M.

Cette construction est beaucoup plus commode que celle du texte, parce qu'outre qu'elle exige moins de lignes, elle offre plus de précision, attendu qu'on commet toujours de petites erreurs graphiques, en portant sur les circonférences des arcs égaux qui n'équivalent pas exactement à leurs cordes, et que ces erreurs s'accumulent et deviennent très fortes quand on s'éloigne du point A.

Cette construction s'applique à la cycloïde. AD (fig. 13, pl. 11) peut être pris égal à l'arc MD, sans qu'il soit besoin de couper cet arc en parties fort petites. En effet, la circonférence mobile GMD, dont le rayon $CD = r$, a pour longueur $2\pi r$. (*V.* CIRCONFÉRENCE.) Si l'on y conçoit des arcs de d degrés assez petits pour pouvoir être pris pour des lignes droites, la longueur de chacun sera donnée par la proportion : si 360° ont pour longueur $2\pi r$, d degrés sont longs de $\frac{\pi rd}{180}$. Pour une distance AD formée de six de ces arcs, on prendra $AD = 6$ fois la quantité constante donnée $\frac{\pi rd}{180}$. Menant ensuite la perpendiculaire DG sur AD, on construira, sur la base $DG = 2r$, le triangle rectangle

Il suit visiblement de cette construction que l'arc AM va d'abord en s'éloignant de la circonférence fixe AA', jusqu'à ce qu'il s'en trouve éloigné de tout le diamètre du cercle mobile; mais qu'ensuite cet arc va en se rapprochant de AA' par une route absolument symétrique à la première, relativement au rayon CB', qui est dirigé au point culminant; en sorte qu'il n'est nécessaire de décrire que la moitié de l'épicycloïde, l'autre n'étant que celle-ci renversée de gauche à droite par rapport à ce rayon.

Puisque le point mobile A est porté en M, quand le point du cercle générateur est venu en A', cette courbe, continuant sa rotation, A' est comme un centre de mouvement du point M durant un temps très court; ce point M est dans le même cas que s'il décrivait un arc de cercle dont A' est le centre, bien que, pour les divers arcs d'épicycloïde, ces centres varient sans cesse. Ainsi le petit arc d'épicycloïde, voisin de M, peut être tracé avec un compas, le centre en A' avec le rayon A'M. La droite *t* O perpendiculaire à la corde A'M, est tangente au point M de l'épicycloïde, attendu que l'élément de cette courbe en M peut être assimilé à un petit arc de cercle dont A' est le centre. Cette construction, qui donne la tangente *t*M, démontre l'emploi de l'épicycloïde dans les roues dentées. *V.* Dents.

Dans cette exposition, nous avons supposé que le cercle mobile était en dehors de la circonférence fixe; il sera bien aisé de modifier la construction pour l'appliquer au cas où le cercle AB roulerait sur la partie intérieure du cercle AC. Il est inutile de nous arrêter à développer les détails d'une épure qui ne diffère de la précédente que parce qu'on doit tracer en dedans du cercle fixe AB les lignes qu'on a décrites ci-dessus au dehors, dans la fig. 15. On trouve l'emploi de cette courbe dans les engrenages internes, c'est-à-dire ceux où les dents sont disposées dans l'intérieur de la roue, les sommets dirigés vers le centre. Fr.

ÉPINGLES (*Arts mécaniques*). Ces petits outils, d'une im-

GDM, dans lequel l'angle G est mesuré par la moitié de MD, savoir MD = $\frac{1}{6}$ de la circonférence, G = 30°, D = 60°, et par suite le point M sera déterminé.

nse utilité, subissent environ quatorze opérations que nous ons décrire.

1°. *Dressement du fil.* En sortant de la filière, le fil étant enloppé sur une bobine, il faut lui faire perdre sa courbure; un vrier prend un paquet de fil, qu'il pose sur un dévidoir ou urniquet, et dont il fait passer le bout entre les clous d'un strument qu'on nomme *engin;* tenant ce bout avec des tenailles ordinaires, il le tire en courant sur un espace d'environ pieds de longueur; quittant ce bout, il revient à l'engin, où coupe le fil; après quoi il recommence la même opération, et jusqu'à la fin de la botte de fil.

Cette opération, qui paraît si simple, est pourtant la plus difficile de celles qui composent l'art de l'épinglier. Lorsqu'il en a ssé une botte d'environ 25 livres, ce qui s'appelle une *dressée,* prend le bout du côté de l'engin, sur lequel il frappe de tits coups avec une spatule, pour les mettre tous dans le même an vertical; ensuite il lie tout avec du fil de laiton, et il procède au découpage par longueurs de trois ou quatre épingles, l'on nomme *tronçons.*

Pour cela, il est pourvu d'une cisaille ayant une forme particulière, qu'il fait agir, étant assis par terre, au moyen de ses mbes et de ses bras.

2°. *Empointage.* Cette opération s'exécute sur des meules de r ou d'acier, taillées en lime et trempées en paquet à toute ur force. Les épingliers en ont de deux tailles différentes, l'une ur dégrossir, dont la taille est forte, et une d'un diamètre oins grand dont la taille est plus fine, qui sert à terminer la inte. Le *dégrossissage* et le *finissage* sont exécutés par deux vriers différens.

3°. *Découpage des tronçons par longueur d'épingle.* Tant que s tronçons conservent assez de longueur pour être saisis à la ain, le coupeur en prend une poignée qu'il présente à une cisaille disposée à cet effet. Avant de la faire agir, il a soin que utes les pointes se trouvent dans un même plan vertical parallèle au tranchant de la branche fixe; ce qui s'obtient au moyen une feuille de tôle placée à la distance convenable, qui déter-

mine la longueur des épingles. Il rend à l'empointeur les t çons qui n'ont plus de pointes, et lorsque enfin ces tronçoı contiennent plus que deux épingles, et qu'il faut les coupe le milieu, on les assujettit dans une espèce de boîte en fo un coin, ce qui permet de les présenter à la cisaille. Les tro. ainsi empointés s'appellent *hanses;* ils portent une petite rel occasionnée par la cisaille, que l'on verra être favorable arrêter et fixer les têtes.

4°. *Tortillement du fil pour faire les têtes.* Le fil de laiton c destine à faire les têtes est plus mince que celui des épingle le tortille en hélice sur une broche, comme les élastiques de telles, sur une longueur de 5 à 6 pieds, à l'aide d'un petit ret construit à cet effet. (*V.* Boudin.)

5°. *Couper les têtes.* Un homme assis par terre, les jaı croisées comme un tailleur, prend dans une de ses mains douzaine de ces petits torons, qu'il présente par un de l bouts bien égalisés, à une cisaille dont il fait agir la bra supérieure, l'inférieure étant fixe, avec l'autre main, obser de ne jamais couper ni plus ni moins de deux révolutions d La tête est manquée quand elle excède ou n'atteint pas c limite.

6°. *Recuire les têtes.* On fait recuire les têtes, afin de le mollir et d'en rendre le *frappagé* plus facile. On se sert p cela d'une grande cuillère de fer, qu'on remplit de têtes, q fait rougir sur un brasier, et qu'on trempe immédiatement l'eau froide, la trempe produisant sur le cuivre un effet inv de celui qu'elle produit sur l'acier.

7°. *Frapper ou façonner les têtes.* Cette opération n'a rien de pénible, s'exécute par des femmes et des enfans au mo de petits moutons fixés sur les côtés d'une table. Chaque vrière, assise sur un banc en face de son mouton, les deux av bras appuyés sur des petites planchettes prolongées en deho au niveau de la table, fait jouer le mouton avec un de ses pi à l'aide d'une pédale et d'un levier correspondant placé dan haut, sur les traverses supérieures. La masse du mouton, qu pèse que 2 à 3 livres, porte à droite et à gauche deux pet

oreilles percées de trous verticaux, dans lesquels passent deux petites tringles en fer solidement fixées en haut et en bas, qui servent de guides au mouton ; conjointement avec une tige qui, partant du milieu de ce mouton, va passer dans un trou correspondant, percé dans la traverse supérieure qui assemble les poteaux verticaux qui s'élèvent à chaque angle de la table. Sur le haut de cette tige est une masse de plomb de forme sphérique ou cylindrique, pesant 10 à 11 livres. La tête du mouton contient un esquibot de fer, dans lequel est enchâssée une petite matrice en acier percée d'une *auche* ou *tétoir*, cavité hémisphérique qui enchâsse la moitié de la tête de l'épingle ; au dessous est une petite enclume, surmontée d'un pareil outil percé d'une auche toute semblable, à laquelle conduit une petite rigole creusée dans l'outil, pour recevoir le corps de l'épingle, qui, faute de cette précaution, serait aplatie. Ces deux auches servent à étamper les têtes, ce qui, en terme d'épinglier, s'appelle *enclorre*. Il faut que les auches se correspondent bien. Chaque ouvrière est pourvue de trois écuelles de bois, ou poches de cuir, dont une est pleine de hanses empointées, une autre de têtes, et la troisième sert à mettre les épingles entêtées. D'une main, elle enfile, sans y regarder, les épingles dans les têtes, ce qui se nomme *brocher* ; de l'autre, elle les place dans les auches ; et du pied, comme nous l'avons déja dit, elle fait jouer le mouton, observant de faire tourner l'épingle en même temps pour bien frapper la tête de tous les côtés. Il faut cinq ou six coups de mouton pour chaque tête.

8°. *Jaunir ou décaper les épingles.* Les épingles sortant des mains des *tétières* sont noires, surtout la tête ; il faut avant de les blanchir que le cuivre soit mis à nu. Ponr cela, on les fait bouillir pendant une demi-heure dans de la lie de vin ou de bière, ou une dissolution de crême de tartre ; ensuite on les lave à deux ou trois eaux, jusqu'à ce qu'elle sorte bien limpide.

9°. *Blanchir les épingles.* On a des bassins d'étain de 16 pouces de diamètre, à rebords très peu élevés ; on en couvre le fond d'une couche très mince d'épingles de la même espèce ; et posant ses bassins l'un sur l'autre, au nombre de dix-huit ou

vingt, et cette pile sur une grille de fer où sont attachées quatre cordes, deux ouvriers les portent dans une chaudière de cuivre, ayant 18 pouces de diamètre et 25 à 30 pouces de profondeur, établie sur un fourneau; ils continuent à y ajouter autant de piles semblables que la chaudière peut en contenir, ayant soin de faire sortir en dehors les bouts de cordes attachées aux grilles. On remplit ensuite cette chaudière de l'eau la plus claire possible, dans laquelle on jette 4 livres de tartre de vin blanc de la meilleure qualité; on laisse bouillir le tout ensemble pendant quatre heures; après quoi on retire séparément chaque pile, qu'on plonge dans de l'eau fraîche et propre. Chaque sorte d'épingles est ensuite étendue sur de grosses toiles, où on les laisse jusqu'à ce qu'elles soient bien desséchées.

La crême de tartre, qu'on ajoute à ce bain, décompose une très petite partie de l'étain dont sont faits les bassins dans lesquels on met les épingles. Cette dissolution, quelque faible qu'elle soit, suffit pour étamer ou blanchir les épingles.

10°. *Éteindre les épingles*. On donne ce nom au lavage à l'eau fraîche qu'on fait subir aux épingles.

11°. *Séchage et polissage*. Pour sécher les épingles, on les met, avec du son bien sec, dans un sac de cuir que deux hommes agitent, en le tirant et lâchant alternativement; ensuite le polissage se fait dans un tonneau qu'on fait tourner sur son axe à l'aide d'une manivelle.

12°. *Vannage*. Les épingles, à leur sortie du tonneau, doivent être séparées du son avec lequel elles y ont été mises. Cette opération se fait au moyen d'un *van* ordinaire à blé, ou en les exposant à un courant d'air excité par un ventilateur.

13°. *Piquer les papiers*. Les épingles se vendent quelquefois à la livre; mais la plupart du temps, elles sont *boutées* par rangées de 25, 50 ou 100, dans du papier. Ce papier est disposé de manière à présenter autant de fois deux plis qu'on veut mettre de rangées d'épingles; et puis, au moyen d'un peigne à manche, dont les dents, au nombre de 25, sont très effilées, on perce à l'endroit du pli, en frappant avec un marteau sur le manche du peigne.

14°. *Boutage*. Placement des épingles dans les trous du papier. E. M.

ÉPISSURE. Épisser, c'est réunir deux cordes bout à bout en un seul brin, sans les nouer; on a pour cela deux procédés.

L'épissure longue conserve à la corde son diamètre. Pour la faire, on commence par détordre 6 à 8 pouces d'un toron de chacun des bouts des cordages qu'on veut joindre. Rapprochant les deux bouts l'un de l'autre, on fait entrer le toron détordu de l'un deux dans le vide qu'a laissé le toron détordu de l'autre, et on les enlace ensemble, de manière à les bien arrêter. Cela fait, on procède à l'entortillement des deux autres torons de la même manière, en remplaçant le toron qu'on défait, au fur et à mesure, d'un des bouts du cordage, par le toron correspondant de l'autre, et les arrêtant tous trois à de certaines distances les uns des autres. Pour éviter qu'une épissure se défasse, on passe avec un pinceau une légère couche de colle animale sur chaque nœud des torons, après en avoir coupé les bouts excédans.

L'épissure carrée double la grosseur, mais avec moins de perte de longueur de corde. Pour l'exécuter, on commence par décorder à chaque bout environ 4 ou 5 pouces, et puis on rapproche les deux bouts cordés l'un de l'autre, autant que possible, en entrelaçant réciproquement leurs torons. Ensuite, à l'aide d'un poinçon en fer ou même de bois dur, qu'on appelle *épissoir*, on les fait passer successivement et par ordre, sous les torons cordés, un nombre de fois suffisant pour qu'ils ne puissent pas sortir de cet entrelacement.

L'épissure à double cul-de-porc est de l'espèce précédente; mais au lieu d'entrelacer successivement et par ordre les torons isolés avec ceux de la corde opposée, on fait, avec les trois premiers, un bourrelet autour de cette même corde, où on les arrête par un nœud. On fait ensuite la même chose avec les trois autres torons; de sorte que ces deux bourrelets, faits l'un derrière l'autre, assemblent très bien la corde, surtout si on lie avec de la ficelle les bouts des torons le long de la corde opposée. E. M.

ÉPONGE. L'éponge est un tissu fibreux plus ou moins dense, plus ou moins flexible, qui est produit par de petits animaux presque imperceptibles auxquels les naturalistes ont donné le nom de *polypes*, et qui vivent dans la mer. Ce tissu est enduit, dans son état naturel, d'une sorte de geléeanimale, à demi fluide et très mince, susceptible, dit-on, d'éprouver une légère contraction ou frémissement lorsqu'on la touche, et c'est le seul signe de vie qu'on y ait remarqué. Après la mort, cette gelée disparaît, et il ne reste que le tissu ou éponge qui lui sert de base; elle est formée de la réunion d'une multitude de petits tubes capillaires, susceptibles de recevoir l'eau dans leurs interstices et de se distendre considérablement. Les éponges se trouvent au fond de la mer, attachées à des pierres; c'est particulièrement dans les parages des îles de l'Archipel qu'on les rencontre en plus grande abondance.

L'éponge, quoique d'une origine analogue à celle du corail, est cependant d'une nature tout-à-fait différente. Celui-ci est presque entièrement composé de carbonate calcaire, tandis qu'elle est formée des mêmes élémens que les matières animales, et elle fournit à la distillation une assez grande quantité d'ammoniaque.

Les usages de l'éponge sont extrêmement multipliés : leur tissu souple et doux, la faculté qu'elles ont de s'imbiber d'une assez grande quantité d'eau et de la céder à la moindre pression, font qu'on les emploie surtout pour la toilette, et ce sont les plus fines et les plus arrondies qu'on recherche pour cet objet. Les plus grossières s'emploient pour les chevaux et pour les différens lavages de meubles, d'ustensiles, de carreaux, etc.

En médecine, on se sert aussi de l'éponge, et même sous différens rapports. Les pharmaciens en font deux ou trois préparations particulières. L'une d'elles consiste, après les avoir toutefois bien nettoyées et débarrassées de tous les petits coquillages et autres substances étrangères qu'elles contiennent dans leur état brut; elle consiste, dis-je, à les imprégner d'une légère couche de cire fondue, assez seulement pour que, par la pression et le refroidissement, l'air s'en trouve totalement

expulsé, et leurs mailles réunies en une seule plaque. Les chirurgiens se servent quelquefois de l'éponge ainsi préparée ; ils en introduisent un petit fragment dans l'intérieur d'une plaie, lorsqu'ils veulent en tenir les bords distendus ; en effet, la chaleur de la plaie ramollit bientôt la très petite portion de cire qu'elles retiennent, l'humidité pénètre et gonfle le morceau d'éponge, qui s'oppose alors au rapprochement des lèvres de la plaie. On a remarqué que quelque petite que puisse être la quantité de cire dont elles restent imprégnées, cela suffit cependant pour s'opposer quelquefois à leur imbibition par l'humidité; aussi préfère-t-on en général les préparer seulement à l'eau ; c'est ce qu'on appelle *éponges ficelées*. Voici comment on s'y prend : on coupe les éponges par lames ou tranches, qu'on applique encore humides sur la surface d'un rouleau de bois ; on fixe à hauteur d'appui l'extrémité d'une longue ficelle à une attache quelconque ; puis on enroule l'autre extrémité sur l'éponge, en tenant toujours la ficelle extrêmement tendue, et en ne laissant aucun intervalle entre chaque tour de ficelle. Toutes les parties de l'éponge se trouvent ainsi comprises sous cette forte pression, et, dans cet état, on la laisse subir une complète dessiccation ; on conçoit que, par ce moyen, l'éponge doit tout autant être contractée au moins qu'en la préparant à la cire.

Enfin, on emploie aussi l'éponge pour la guérison des goîtres ; mais dans ce cas ce n'est qu'après leur avoir fait subir une calcination en vaisseau clos. On met le résidu charbonneux, réduit en poudre, dans une espèce de sachet qu'on applique sur la tumeur. C'est sans doute à la présence d'une petite quantité d'iode que l'on doit rapporter l'efficacité des éponges dans le traitement des maladies scrofuleuses. R.

ÉPROUVETTE A POUDRE (*Arts mécaniques*). Un petit mortier est rempli de la poudre qu'on veut essayer : ce mortier, long d'un peu plus d'un pouce, est fermé par un couvercle en fer qui tient à une roue à dents de ROCHET. Un ressort presse le CLIQUET qui maintient cette pièce sur l'orifice du mortier. On met le feu à la poudre, qui enflamme l'amorce qui est à la lu-

mière du mortier, et va enflammer la poudre du mortier. L'effet de l'explosion est de chasser le couvercle avec une vitesse d'autant plus grande que la poudre a plus de force : la roue à rochet tourne donc en même temps sur son axe sous l'influence de cette puissance de projection; et comme l'encliquetage retient cette roue et l'empêche de rétrograder, on juge de la force de la poudre par le cran où le cliquet s'est arrêté. La roue est une sorte de cadran dont le bord est numéroté à cet effet. Cet appareil indique bien si une espèce de poudre est plus forte qu'une autre, mais non pas le rapport des forces, parce que le frottement varie avec l'état du ressort, etc.

L'ordonnance de 1686, qui est encore en vigueur, prescrit d'essayer les poudres en mesurant la distance à laquelle un boulet de 60 livres est chassé par un petit mortier contenant 3 onces de poudre; il faut, pour qu'une poudre soit recevable, que cette distance soit d'au moins 50 toises. Cette éprouvette n'est pas d'un usage commode pour éprouver de la poudre de chasse. L'instrument de Régnier, représenté fig. 4 *bis*, pl. 12, est peu coûteux et d'un emploi facile. C'est une lame de ressort A C B pliée à la manière des Pesons : vers les bouts il y a un arc gradué A B qui est fixé à l'une des extrémités A du ressort, et traverse au delà de l'autre branche, par un jeu libre, dans une fenêtre qui la perce. Un petit canon de cuivre B D, pouvant contenir un gramme de poudre, est solidement fixé en dehors de la branche du ressort, et fermé par un *obturateur* E; celui-ci tient au bout d'une tige courbée E D, laquelle, semblable à l'arc gradué, est fixée à une branche A C du ressort et traverse l'autre B C. L'obturateur pose sur le petit mortier, et l'on peut découvrir celui-ci pour y loger la poudre, en pressant les deux lames pour les rapprocher; cet effort très léger plie la lame du ressort, et sépare le mortier de son obturateur.

On tient l'instrument suspendu par un cordon passé au sommet C de l'angle; puis mettant le feu à la poudre qu'on a versée à la lumière du mortier, l'explosion chasse l'obturateur, et oblige le ressort à se plier; l'écart auquel est porté ce couver-

a besoin d'être mesuré. On voit une petite rondelle de drap I est enfilée sur un arc de laiton écroui K L, lequel est fixé ressort en L près du canon, et libre à l'autre bout K de traser la lame A C : cette rondelle était posée sur la lame ne, avant l'expérience; mais l'explosion, en pliant le ressort, approché les deux lames et poussé la rondelle, qui, étant à tement doux, demeure dans cette situation, quand la réaca du ressort a ramené la lame à sa position primitive. Il sufL donc de graduer l'arc en kilogrammes, par des épreuves tes avant tout; on saura quelle est la force de la poudre par nombre de kilogrammes, ou de divisions parcourues par l'inx, et on pourra comparer entre elles les poudres de qualités fférentes. Fr.

ÉPUISEMENS (*Arts mécaniques*). Dans un grand nombre de rconstances, on est obligé d'épuiser pour mettre un fond à sec. convient d'abord de n'opérer que dans le temps des basses ux, et même de détourner la rivière passagèrement, ou seulement ses principaux affluens; et lorsque ces moyens sont insufsans pour cet objet, on y emploie des travaux d'art et des machines qui achèvent le dessèchement.

Dans les fortes rivières, ou en mer, on est réduit à construire es *batardeaux*. On plante deux files de pilots alignés parallèles, rmant un coffre dont l'épaisseur est égale à la profondeur de eau lorsque le courant est vif, ou seulement aux deux tiers de tte profondeur dans le cas contraire; on les lie avec des liernes des entre-toises, puis on enfonce, du côté intérieur, des anches formant par leur assemblage un coffre allongé qu'on emplit de terre liante et bien corroyée. Il faut que le batardeau oit bien enraciné pour résister aux efforts; car la pression exercée au fond, étant la plus forte, est celle qui agit le plus pour roduire des infiltrations. Il faut donc enlever la vase du fond vec des dragues, avant d'y jeter la terre; on l'humecte, on la at et on la jette en pains au fond du coffre, qu'on a soin de emplir le plus promptement possible; cette terre en chasse l'eau fur et mesure; on la bat ensuite à la hie, jusqu'à ce qu'on oit parvenu au moins à deux pieds au dessus du niveau de l'eau.

C'est cet espace qu'il s'agit de vider d'eau, pour qu'étant mis à sec, il puisse se prêter aux divers travaux qu'on a en vue.

Il arrive quelquefois que l'eau n'est pas assez abondante pour qu'on soit dans la nécessité de faire ces batardeaux; il suffit seulement d'en puiser l'eau par des machines, de manière à en ôter plus qu'il n'en arrive, et cela jusqu'à ce que le fond soit à sec; puis d'entretenir cet état tant que dureront les travaux.

Les machines qu'on emploie aux épuisemens sont les NORIA, CHAPELETS, POMPES de diverses sortes, VIS D'ARCHIMÈDE, ROUES A GODETS. Ces machines peuvent être mues par la force des hommes ou des animaux, ou mieux encore par celle du vent ou du courant d'eau, dont une partie du lit doit être desséchée.

L'épuisement se fait à moins de frais, en fournissant à l'eau une voie d'écoulement, lorsque les localités le permettent. Des rigoles ou canaux, d'étendue proportionnée au volume des eaux, en suivant les pentes du terrain, ou des tuyaux de dégorgement convenablement disposés, font aboutir l'eau à un terme où elles n'ont plus rien de nuisible.

Comme l'évaporation tend sans cesse à épuiser l'eau stagnante, on peut sans frais, dans beaucoup de cas, dessécher des marais, en y laissant arriver les eaux troubles et chargées de terre; puis, interceptant la communication avec le même affluent, on abandonne à l'évaporation le soin de dessécher le sol. Peu à peu, les terres d'alluvion exhaussent le fond du marais, et il suffit d'y établir des rigoles d'écoulement, après quelques années, pour achever le dessèchement. C'est ainsi qu'une grande partie des marais pontins a été rendue à l'agriculture. (*V*. le Mémoire de M. de Prony.) FR.

ÉQUATION D'HORLOGE. (*Arts mécaniques*). Les jours solaires ne sont pas d'égale durée. Cette inégalité provient de deux causes. Le soleil décrit l'écliptique en un an, ou 365 jours et un quart, d'un mouvement qui n'est pas *uniforme*, c'est-à-dire allant tantôt plus vite et tantôt plus lentement. L'orbite que cet astre décrit n'est pas circulaire; c'est une ELLIPSE, au foyer de laquelle nous sommes fixés; et, puisque les rayons dirigés de la terre au soleil sont inégaux, quand bien même le soleil décrirait chaque jour des arcs de

longueurs égales, étant vus de la terre, c'est-à-dire à des distances variables, ces arcs ne nous sembleraient pas égaux et auraient différentes valeurs angulaires. D'un autre côté, comme l'astre marche en effet plus vite quand il est plus proche de nous, cet effet s'ajoute au précédent, et nous devons réellement attribuer au soleil une vitesse plus grande quand il est moins éloigné. Aussi l'arc céleste décrit par le soleil en un jour est-il perpétuellement variable; il est de 61′ au mois de janvier, de 57′ en juillet. La durée des vingt-quatre heures solaires étant celle qui sépare deux passages successifs du soleil au méridien; comme l'arc décrit par l'astre est inégal, et que la rotation diurne est uniforme, il faut bien que les vingt-quatre heures aient des durées différentes selon les saisons.

Une autre cause d'inégalité, qui se complique avec la première, provient de ce que le temps est mesuré par des arcs d'équateur céleste, et que, pour évaluer en temps l'arc d'écliptique décrit par le soleil en un jour, il faut projeter cet arc sur l'équateur, et cette projection est presque toujours moindre que l'arc décrit.

Le principal mérite d'une pièce d'horlogerie est que les mouvemens en soient parfaitement uniformes; et puisque la marche du soleil n'est point de cette nature, une pendule, une montre ne peut rester d'accord avec cet astre. Toutefois nous allons voir bientôt qu'on peut introduire un mécanisme qui accélère ou retarde la marche des aiguilles, de la même manière que la marche du soleil varie.

Imaginons une excellente horloge, dont le mouvement soit parfaitement uniforme, qu'à une certaine époque de l'année, que nous ferons bientôt connaître, elle soit d'accord avec le soleil, et s'y retrouve juste un an après; dans l'intervalle, elle se sera plus ou moins éloignée des indications données par l'astre: cette pendule marquera ce qu'on appelle le *temps moyen*, temps essentiellement régulier, dans lequel tous les jours ont une égale durée. C'est le temps que détermine un soleil qui parcourrait d'un mouvement uniforme l'équateur céleste en un an. Ce soleil hypothétique est appelé *soleil moyen*. La quantité, dont

chaque jour le soleil vrai s'en écarte, n'est que d'un petit nombre de secondes; mais comme cet écart se continue pendant environ un mois, ces quantités s'accumulent de jour en jour, et la somme finit par surpasser 16 minutes en avance, ou 14 minutes en retard.

Dans un art aussi perfectionné que l'horlogerie, une pareille inégalité ne peut être négligée; le *temps solaire vrai* diffère trop du temps moyen pour qu'on confonde ces deux durées, dont la première est essentiellement inégale. On en jugera mieux par le tableau de la page suivante.

Voici quelques remarques importantes qui résultent de ce tableau.

Les temps vrai et moyen sont d'accord quatre jours de l'année, savoir : les 15 avril, 15 juin, 1 septembre et 24 décembre; à ces époques, la pendule doit marquer les mêmes heures qu'un bon cadran solaire. Mais à tout autre jour, il en est autrement; et dans ces intervalles, le soleil est tantôt en avance et tantôt en retard.

Le plus grand retard du soleil sur temps vrai arrive vers le 10 février; il est de plus de 14′ : la plus forte avance est de plus de seize minutes, vers le 3 novembre. La personne qui aurait mis les aiguilles de sa montre d'accord avec le soleil à cette dernière époque, trouverait une demi-heure d'avance trois mois après, quoique le mouvement de la pièce ait été dans l'intervalle parfaitement uniforme, et réglé sur le temps moyen.

En Angleterre, à Paris, les horloges publiques et les usages de la société se règlent sur le temps moyen. Pour mettre une montre à l'heure moyenne en consultant un méridien, il faut faire un petit calcul, afin d'avoir égard à l'avance ou au retard du soleil, conformément à notre table. Le 4 octobre, par exemple, une montre réglée sur le temps moyen doit marquer 9 heures 49′ quand un cadran solaire indique 10 heures, parce qu'alors le soleil avance de 11 minutes.

Il existe des CADRANS SOLAIRES où l'on voit dessinée la *méridienne des temps moyens*. C'est une courbe en forme de 8 très allongé, que traverse la ligne verticale de midi vrai : on reconnaît qu'il

li moyen quand l'image projetée par le rayon solaire, par le trou de la plaque du cadran, va se porter, non sur ·rticale qui donne le temps vrai, mais sur la branche de 1 on lit le nom du mois courant.

le l'Équation du temps pour une année moyenne entre deux bissextiles.

.NVIER	FÉVRIER	AVRIL	MAI
Retarde	⊙ *Retarde*	⊙ *Retarde*	⊙ *Avance*
... 3′ 49″	1.....13′ 56″	1..... 4′ 4″	1..... 3′ 2″
... 4.45	10.....14.35	4..... 3. 9	14..... 3.56
... 5.40	20.....14. 5	8..... 1.59	29..... 3. 2
... 6.59	27.....13. 5	11..... 1. 8	
... 8.12		15..... 0. 6	JUIN
... 8.59	MARS		1..... 2.38
..10. 3	4.....12. 4	⊙ *Avance*	5..... 2. 1
..11. 2	8.....11. 7	20..... 1. 6	10..... 1. 6
..11.54	12.....10. 4	25..... 2. 5	15..... 0. 4
..13. 6	16..... 8.56	30..... 2.54	
	19..... 8. 4		⊙ *Retarde*
	22..... 7. 8		20..... 1. 0
	26..... 5.55		25..... 2. 5
	29..... 4.59		30..... 3. 7

ILLET	SEPTEMBRE	OCTOBRE	DÉCEMBRE
Retarde	⊙ *Avance*	⊙ *Avance*	⊙ *Avance*
.. 4′ 3″	1..... 0′ 3″	4.....11′ 8″	1.....10′ 50″
.. 5. 0	4..... 1. 0	7.....12. 1	3.....10. 3
.. 5.58	7..... 1.59	11.....13. 7	6..... 8.48
	10..... 3. 0	15.....14. 3	8..... 7.57
AOUT	13..... 4. 3	19.....14.52	10..... 7. 2
.. 4.57	16..... 5. 5	28.....16. 1	12..... 6. 7
.. 4. 6	19..... 6. 8		14..... 5.10
.. 3. 1	22..... 7.41	NOVEMBRE	16..... 4.12
.. 1.58	24..... 7.52	3.....16.16	18..... 3.13
.. 1.10	27..... 8.55	9.....16. 0	20..... 2.13
	30..... 9.53	16.....15. 3	22..... 1.13
		21.....13.58	24..... 0.14
		25.....12.34	⊙ *Retarde*
		28.....11.53	27..... 1.16
			29..... 2.
			31..... 3.

Tous les ans, la *Connaissance des Temps et l'Annuaire* du bureau des longitudes donnent pour chaque jour, sous le titre de *Temps moyen à midi vrai*, l'heure que doit marquer une bonne pendule à midi, d'où résulte la différence entre le temps vrai et le temps moyen pour ce jour, différence que les astronomes appellent *équation du temps*.

Une horloge ne peut indiquer l'heure solaire vraie qu'autant qu'on y introduit un mécanisme qui en accélère ou retarde les indications, précisément comme cela arrive au soleil : c'est ce qu'on appelle *pendule à équation*. Le mécanisme le plus ordinairement employé est celui qu'a imaginé Enderlin. Nous allons décrire cet ingénieux appareil.

L'aiguille des minutes de temps moyen est accompagnée d'une seconde aiguille à vitesse variable, destinée à donner les minutes du temps solaire vrai ; celle-ci, qu'on distingue de la première en lui faisant porter une image du soleil, est tantôt en avant, tantôt en arrière de l'autre, et quatre fois l'an ces deux aiguilles sont en coïncidence.

Au centre A du cadran (fig. 1, pl. 14), on voit deux aiguilles des minutes, l'une M de temps moyen, l'autre V de temps vrai : la première et l'aiguille des heures (qu'on n'a pas figurée) tournent uniformément par le mécanisme ordinaire, que nous avons supprimé pour ne pas rendre la figure confuse. L'aiguille V de temps vrai est montée sur un canon et reçoit un mouvement indépendant des autres ; et il s'agit 1° de lui faire conserver la même vitesse de circulation qu'à la roue *m*, qui marche avec l'aiguille M, pour que la différence du temps vrai au temps moyen, marquée par l'écart de deux aiguilles M et V, reste la même durant environ un jour ; 2° de faire écarter ou rapprocher convenablement V de M, pour que la distance entre ces deux aiguilles change graduellement à mesure que l'équation du temps varie.

Et d'abord on donne à ces deux aiguilles une même vitesse par un engrenage ; la roue *m* mène *p*, qui mène *q* ; *m* et *q* ayant les mêmes grandeurs et un nombre égal de dents, ont même vitesse ; la roue *m* fait son tour en une heure, aussi bien que *q* :

es roues *r* et *q* font corps ensemble, et comme *r* mène *s*, qui mène *n*, et que *r* et *n* ont même nombre de dents, les vitesses de ces roues sont les mêmes. Voilà donc les roues *m* et *n* qui accomplissent ensemble leurs révolutions dans le même temps et dans le même sens. Les roues *p* et *s*, qui ne servent qu'à la communication des mouvemens, ont des nombres arbitraires de dents, et tournent sur le même axe indépendamment l'une de l'autre. On voit que les aiguilles M et V accompliront ensemble leur tour entier chaque heure, conservant entre elles la même distance angulaire; en sorte que chacune marquera les minutes de l'espèce de temps qu'elle est destinée à indiquer. Voyons maintenant par quel procédé on pourra changer cet angle avec les variations solaires.

Sur l'axe B des roues indépendantes *s* et *p*, axe qui tourne sous un *pont* BO, est portée une troisième roue *t*, laquelle peut aussi tourner seule sur son canon. Cette roue *t* est menée par un *rateau ab*, qui va et vient sous une influence dont nous parlerons incessamment. Les roues *r* et *q* tournent sur un axe qui n'est point fixé aux platines; au contraire, cet axe est porté par une barre BC fixée au canon de la roue *t*; quand le râteau se meut et fait tourner la roue *t*, l'axe C, emporté par la barre BC, parcourt un arc de cercle *Cd* ou *Cc*, soit vers la droite, soit vers la gauche.

Voici l'effet de ce système d'engrenage. Comme les roues *p* et *q* engrènent ensemble, et que la pression qu'exerce *q* sur *p*, quand le râteau agit, ne peut faire tourner la roue *p*, parce que tous les rouages de la machine résistent au mouvement; la circonférence *q* est forcée à tourner et à rouler sur *p*. Mais, d'un autre côté, la roue *r* qui fait corps avec *q*, est entraînée et doit aussi tourner, parce que la roue *s* ne lui oppose pas de résistance; ainsi *s* tourne sous cette influence, et mène la roue *n*, puis change la direction de l'aiguille V, et par suite l'angle M A V.

Voilà donc un moyen de rapprocher ou d'éloigner l'aiguille V de temps vrai, de celle M de temps moyen, pendant que toutes deux tournent ensemble, et que M conserve son mouvement uniforme. Il reste à combiner la rotation du râteau *ab*, de manière

que l'écart des deux aiguilles soit chaque jour égal à la différence actuelle du temps vrai au temps moyen. Or ce râteau *ab*, dont le centre de mouvement est au point D' forme un levier coudé *ab*D*i* d'une seule pièce; MN est ce qu'on nomme la *roue annuelle*, parce qu'elle ne doit achever son tour entier qu'en un an. Nous ne nous arrêterons pas ici à expliquer par quel mécanisme on peut produire cet effet. (*V.* NOMBRE DES DENTS.)

Sur la roue annuelle MN est fixée une pièce de cuivre FG, taillée en courbe assez bizarre, que les horlogers appellent ELLIPSE, quoiqu'elle soit bien loin d'avoir la figure de la section conique à laquelle les géomètres donnent ce nom. Nous verrons bientôt comment le mécanisme qu'on a en vue détermine la forme de cette courbe. La plaque FG, fixée à l'axe carré H de la roue annuelle, accomplit aussi sa révolution en un an. L'extrémité *i* du levier DE porte sur le contour de cette prétendue ellipse, dont les sinuosités se présentent successivement au contact lorsqu'elle tourne; et comme les rayons H*i* sont tantôt plus courts, tantôt plus longs, le point de contact *i* change en même temps que le bras du levier DE se soulève ou s'abaisse au gré de cette forme. Le râteau entre donc en mouvement, aussi bien que la roue *t* et l'équipage BC qu'elle porte, et par suite, la valeur angulaire M A V change.

On voit donc qu'il ne s'agit plus que de former la courbe FG avec telles dimensions, que l'aiguille V du temps vrai soit dirigée, chaque jour, sous une valeur angulaire, relativement à M, soit en avant, soit en arrière, conformément à la grandeur de l'équation du temps. Voici comment l'horloger doit opérer. Lorsqu'il a exécuté tout le système de rouages qu'on a représenté, excepté la courbe FG qui est remplacée par une plaque de cuivre, il divise la roue annuelle en 365 parties égales, dont chacune appartient à un des jours de l'année. Nous dirons même, par occasion, que si les dates et les noms des mois successifs sont gravés sur le disque de cette roue, le petit mouvement qui lui sera donné chaque jour amènera ces divisions consécutivement en regard avec un index fixe, qui pourra donner les *quantièmes* et les mois. En ménageant au cadran une petite fenêtre au dessus

de cette roue, on pourra donc lire chaque date successive, qui se présentera à son tour à l'index.

L'horloger fixe immuablement l'aiguille M du temps moyen sur midi, pendant l'opération qu'on va décrire; puis il fait tourner la roue annuelle pour que l'index corresponde à une date quelconque, par exemple, au 12 mars, époque à laquelle le soleil retarde de dix minutes : il met l'aiguille V à dix minutes en arrière de l'aiguille M, en forçant celle-là de tourner; V mène les roues *n*, *s*, *r*, et *q*, et par suite l'équipage mobile BC, et enfin le râteau *ab*. L'extrémité *i* du levier DE reçoit ainsi une position déterminée, et il marque sur la plaque de cuivre le point *i* où ce bout se trouve arrêté. Il en fait autant pour chaque date, ce qui donne sur la plaque une suite de points *i*FG...., par lesquels il fait passer la courbe F*i*G. Ensuite il démonte la roue annuelle, en sépare la plaque, et enlève à la lime tout ce qui dépasse le contour ainsi tracé.

La pendule, mise en mouvement, marquera, comme on voit, le temps moyen et uniforme avec l'aiguille M, et le temps solaire vrai, variable, avec l'aiguille V, en faisant en sorte que la date du jour où l'on met la machine en action soit précisément sous l'index.

Nous ajouterons à cette explication quelques remarques utiles.

1°. On force le levier DE à presser sans cesse le contour de l'ellipse, soit en y disposant une lame de ressort, soit par une corde roulée sur une poulie et tenue à un ressort, soit autrement.

2°. On fixe aux roues *m* et *n*, des minutes de temps moyen et vrai, les deux bouts d'un ressort spiral, pour empêcher le ballottage; car les rouages doivent nécessairement avoir un peu de jeu, et ce jeu serait une cause d'erreur.

3°. Pour diminuer le frottement, on ajuste à l'extrémité E un rouleau qui pose sur le contour de la courbe.

Je ne verrais point d'inconvénient à ne pas employer de roulette au bout *i* du levier; le frottement est réellement sans importance, puisque les ressorts de pression peuvent être faibles, et qu'en outre la roue MN ne fait son tour qu'en une année.

Ainsi, une lame coupante en ivoire, ajustée au bout du levier, et portant sur la tranche de l'ellipse, remplirait fort bien les conditions du problème.

4°. On fait en sorte que les dentures du râteau *ab* et de la roue *t*, soient tellement proportionnées, que l'excursion entière de ce râteau fasse tourner la roue *t* d'un peu plus d'une demi-circonférence, attendu que les arcs *Cd* et *Cc*, décrits par l'axe C, doivent transmettre à l'aiguille V des écarts relatifs de 16′ 16″ en avant de M, et de 14′ 35″ en arrière. On donnera donc au râteau *ab* une longueur d'un peu plus de la demi-circonférence *t*, et par suite un peu plus de la moitié du nombre de dents de cette roue, et l'on fera engrener la roue *t* vers le milieu de l'arc *ab* du râteau, quand les deux aiguilles V et M coïncident.

5°. Cette coïncidence des aiguilles V et M entraînera dans la roue annuelle une position telle que le levier DE pose sur l'un quelconque des quatre points *i*, où les temps vrai et moyen s'accordent. Lorsqu'on se dispose à faire la suite d'essais propres à déterminer la figure de l'ellipse, on prend pour point de départ l'une de ces situations. Le rayon HG de cette courbe a alors pour longueur une quantité qui ne se rencontre que quatre fois l'an, tous les autres étant moindres ou plus grands que ces derniers. L'index qui marque les dates doit, pour ces positions, porter sur l'une de ces quatre époques. Le rayon le plus long répondra au cas où le râteau engrène son extrémité *a*, qui amène l'aiguille V en avant de M de 16′ 16″ : le plus court est correspondant au cas où le point *b* est en prise, et l'aiguille V en arrière de M de 14′ 35″.

6°. Si la pendule est à Sonnerie, on peut la faire sonner à l'instant de l'heure vraie ou de l'heure moyenne à volonté ; il suffit pour cela de faire porter les chevilles qui mettent en jeu les détentes, par la roue *n* dans le premier cas, et la roue *m* dans le second.

7°. Pour tracer l'ellipse, on marque, non pas la série des points *i* de contact du rouleau, mais les places successives de son centre E. Chacun de ces points est tracé par une pointe bien tournée et trempée, qu'on fixe au centre E, et qui laisse son em-

preinte sur la plaque de cuivre. Ensuite, on décrit de chacun de ces points, comme centre, un petit cercle, ayant juste pour rayon celui du rouleau; et l'ellipse doit être tangente à tous ces cercles.

Le mécanisme que nous venons de décrire est fort ingénieux; il fonctionne très bien, et on le préfère à tout autre ayant même destination. Mais il ne faut pas cacher qu'il n'est pas exempt d'inconvéniens; car, quoiqu'il ne faille que bien peu de force pour changer l'angle des aiguilles V et M, sous l'influence des diverses directions du levier DE, cependant il est facile de voir que la force motrice se trouve diminuée de quantités variables selon les saisons, et que le mouvement général de la pièce peut en ressentir quelque altération. Aussi ne fait-on jamais marquer le temps vrai aux RÉGULATEURS qu'on destine aux observations astronomiques. Il faut déja des soins bien attentifs, un talent bien rare, et même quelque bonheur, pour faire une pendule dont l'uniformité soit certaine, sans accroître la difficulté par les ajustemens compliqués et les frottemens variables des équations. FR.

ÉQUERRE (*Arts mécaniques*). Instrument destiné à mener une ligne droite perpendiculaire à une autre. On le fait ordinairement en bois, sous la forme d'un triangle rectangle IFG (fig. 2, Pl. 14), dont les angles aigus sont arbitraires : en appliquant l'un des côtés de l'angle droit suivant la direction d'une droite donnée FG, l'autre côté IF de cet angle détermine la perpendiculaire, qu'on fait passer par tel point K qu'on veut, en y conduisant ce côté. Pour faire glisser aisément l'équerre le long de la ligne donnée sans que le côté cesse de coïncider avec cette droite, on applique suivant cette direction le bord d'une règle CD sur laquelle on appuie l'équerre.

L'équerre de maçon est formé de trois règles assemblées à tenon et mortaise, de manière à composer un triangle. Ces instruments sont si connus qu'il est inutile de nous y arrêter. *V.* NIVEAU.

On se sert aussi de l'équerre pour mener des parallèles, soit AB (fig. 2) une droite à laquelle on veut conduire une parallèle par un point E. On pose l'un des côtés IG de l'équerre IGF le long de cette ligne AB, et l'on applique une règle CD selon un autre côté quelconque IF; puis maintenant cette règle fixe, on fait

glisser l'équerre selon sa longueur en l'y appuyant, jusqu'à ce que le côté qui était selon AB soit transporté en E; dans cette nouvelle situation KLH, le côté KL a sa direction parallèle à AB. On voit qu'il n'est pas nécessaire pour que cette construction soit exacte que l'équerre ait un angle droit.

Équerre d'arpenteur. C'est une espèce de pomme de canne cylindrique (fig. 3) coupée par deux fentes rectangulaires et verticales ACDG, EFOI, qui servent de pinnules; une partie inférieure A est évidée en forme de fenêtre, et munie d'un fil qu'on dirige avec la fente vers un objet éloigné. A la base est une Douille B qui reçoit à frottemens le haut d'un bâton dont le bas est armé d'une pointe de fer. On implante ce bâton verticalement dans la terre (fig. 4), et on le fait pirouetter jusqu'à ce qu'on puisse aligner quelque point désigné à distance; en plaçant l'œil à l'autre fente, sans déranger l'instrument, on a une direction perpendiculaire à la première.

L'équerre d'arpenteur sert à mener sur le terrain des lignes à angle droit, et par suite à lever les plans des pièces de terre et à en mesurer l'étendue superficielle. Voici comment on s'y prend.

Supposons qu'on veuille lever le plan d'un champ semblable à la fig. 5, on se portera sur les divers points de la ligne AB, et on cherchera en quels lieux D, F, H, K, L, il faut placer l'équerre, pour que, l'une des pinnules s'alignant selon AB, la direction de l'autre aille aboutir aux divers coudes C, E, G, I, M, qui limitent le contour. Bien entendu que, si ce contour est terminé par une ligne courbe, on le conçoit coupé en parties qu'on regarde comme de petites droites. On fait planter un jalon à chaque station D, F, H..., et aussi à chaque sommet C, E, G..., en mesurant les longueurs AD, AF, FH..., ainsi que celles des perpendiculaires CD, EF, etc. On a toutes les données qui permettent de tracer le plan et d'évaluer l'aire.

En effet, après avoir tracé sur le papier une droite indéfinie *db* (fig. 5 *bis*), on portera des longueurs *ad*, *af*, *fh*... représentant en parties d'une Échelle à divisions égales, celles qu'on a mesurées; puis en chaque point de division, on élèvera des perpendiculaires *dc*, *fe*, *hg*... qu'on prendra d'autant de parties de l'échelle que les longueurs CD, EF, GH.... qu'on a

mesurées, contiennent d'unités métriques. Il ne restera qu'à joindre les extrémités de ces perpendiculaires par des droites, et l'on aura le plan demandé. Il clair que ce plan est réduit à l'horizon, quand les lignes DB mesurées sont horizontales....

Et quant à l'étendue superficielle, il est visible qu'elle n'exige, pour être évaluée, que de calculer à part chacun des trapèzes dont elle est formée, et dont on connaît les bases et les hauteurs; et même il n'est pas besoin, pour faire ce calcul, qu'on ait dessiné le plan.

Lorsque la figure du champ n'est pas limitée par un côté rectiligne, on trace, avec des jalons, une ligne droite qui le traverse, et on lève, à l'équerre d'arpenteur, les plans de chacun des deux côtés de cette ligne séparément.

Cet instrument est d'un emploi si rapide et si simple, qu'il est d'un usage presque universel. On peut lever ainsi les sinuosités du chemin qui limite ou traverse un champ, d'un fossé, d'un ruisseau..., et même effectuer le partage en fractions égales d'une portion de terre. Mais il ne faut pas que les limites soient assez éloignées pour échapper à la vue, ni que des arbres ou des maisons, des plis du terrain, s'opposent à ce qu'on y prenne des alignemens.

Pour vérifier si les pinnules de l'équerre d'arpenteur sont exactement fendues à angles droits, on fait planter deux jalons dans les directions qu'elles indiquent; puis faisant pirouetter sur place l'instrument d'un quart de circonférence, on amène à droite la fente qui se dirigeait au jalon de la gauche; il faut que l'autre pinnule coïncide rigoureusement avec ce dernier jalon, quand la précédente aboutit au jalon à droite.

Le *pantomètre* n'est qu'un perfectionnement ingénieux apporté à l'équerre d'arpenteur. L'instrument a la forme d'un cylindre (fig. 6) coupé en deux par un plan horizontal; la partie inférieure ABCD a une douille K pour la faire porter sur un pied; la supérieure EFGH est mobile et peut tourner sur un pivot placé dans l'axe, et fixé au haut du bord CD; on conçoit que lorsque le cylindre supérieur tourne sur son axe, l'inférieur restant fixe, les divers points de contact des deux bases CD, EF, changent et se présentent successivement l'un à l'autre. On peut

même lire l'arc dont on a fait tourner le cercle supérieur; car les circonférences CD, EF des deux bases en contact portent des divisions *mn;* CD est partagé en degrés, et EF a un Vernier destiné à faire lire des fractions de degrés. Sur le cylindre fixe AD on a ménagé une fente verticale et une fenêtre diamétralement opposée; et de même sur le supérieur: une soie verticale est tendue dans les deux fenêtres. On a soin que la fente du cylindre inférieur réponde juste au zéro de la division du cercle CD, et que la soie de la croisée qui est au bout du diamètre réponde à 180°. Il faut aussi que la fente du cylindre supérieur soit exactement prolongée sur la division zéro du vernier de EF, et que la soie de la fenêtre opposée soit en correspondance précise avec l'extrémité du diamètre.

L'usage du pantomètre est facile à concevoir d'après la simple description des parties dont il est composé. En faisant tourner sur sa douille la totalité de l'instrument, on aligne un objet situé dans la campagne, et l'on s'arrange pour que cet objet se trouve dans la direction du diamètre qui part de l'œil de l'arpenteur en passant par la fente et la soie du cylindre inférieur; puis faisant tourner le cylindre supérieur, en maintenant l'autre fixe, on vise de même par sa fente et sa soie un second objet; enfin, on lit sur le cercle CD la valeur angulaire formée par les rayons visuels qui vont à ces deux objets. Bien entendu qu'il faut avoir soin, après avoir fait le double pointé, de revenir placer l'œil à la fente inférieure, pour s'assurer si, en tournant le cylindre supérieur, on n'a pas dérangé le premier alignement. Il faut, comme on voit, que les deux circonférences CD, EF affleurent bien juste, et que la rotation sur l'axe soit facile et à frottement très doux: cet axe doit être bien centré.

Fausse équerre. Deux règles sont assemblées par un de leurs bouts, en forme de compas, par un clou rivé qui les perce l'une et l'autre, en ne leur permettant qu'un mouvement rude: les deux branches peuvent s'écarter sous toutes les valeurs angulaires. Cet instrument sert à prendre et à transporter les angles formés par deux plans. Fr.

ÉQUILIBRE STABLE. Nous avons expliqué à l'article Fluide ce qu'on doit entendre par cette expression. Fr.

ÉQUIVALENS CHIMIQUES. Le principe fondamental de la théorie des équivalens chimiques consiste en ce que les quantités pondérales de deux corps, nécessaires pour produire avec un troisième corps un degré constant de neutralisation, conservent le même rapport dans toutes les combinaisons de ces deux corps avec un corps nouveau quelconque.

Ainsi, que l'on prenne successivement 2 acides, et que l'on détermine avec soin la quantité qu'il aura fallu de chacun d'eux pour neutraliser exactement un alcali, il faudra, pour produire avec un 2me, 3me, 4me alcali, le même degré de neutralisation, deux nouvelles quantités des mêmes acides *dans le même rapport* que celles qui ont été nécessaires pour saturer le premier alcali.

Représentons par A et B les deux acides, et supposons qu'ils soient en quantité telle, qu'ils se combinent avec un poids M du premier alcali; il faudra, par exemple, deux grammes de A, et le double, c'est-à-dire 4 grammes de B pour saturer M. Si l'on fait la même expérience sur un deuxième alcali N, on trouvera, je suppose, que, pour le neutraliser, il faudra employer 3 grammes de l'acide A. *Je dis qu'il me faudra également une quantité double de* B *ou six grammes pour saturer le même poids* N *du même alcali;* or, ces nouvelles quantités 3 et 6 sont dans le même rapport que les premières 2 et 4.

D'une autre part, on a observé que, quand un corps se combine avec un autre corps en proportions différentes, les diverses proportions sont toujours des multiples de la proportion la plus simple : ainsi, par exemple, dans les diverses combinaisons de l'acide oxalique avec la potasse, la quantité de base étant fixe, les quantités d'acide sont entre elles comme les nombres 1, 2 et 4. Il y a un *oxalate neutre*, un *bioxalate* et un *quadroxalate* de potasse.

Dans les cinq combinaisons de l'azote avec l'oxigène, la quantité d'azote étant 177,03, les quantités d'oxigène sont 100, 200, 300, 400 et 500.

En général, dans une combinaison quelconque, l'un des corps étant pris pour unité, l'autre variera seulement dans les rapports simples 1, 2, 3, 4, 5. Cette loi importante porte le nom de *loi*

des proportions multiples. Sa conséquence la plus immédiate est que les corps non seulement ne se combinent pas dans toutes les porportions indifféremment, mais encore que ce nombre de proportions est aussi simple que restreint.

Ainsi, la théorie des proportions chimiques, bien différente de la théorie atomique, n'a rien d'hypothétique, et repose entièrement sur des lois déterminées par l'expérience : *la loi des équivalens* et celle dont nous venons de parler en dernier lieu, *la loi des proportions multiples*.

Si maintenant nous comparons, à un des élémens que nous prendrons pour unité commune, les quantités des autres élémens qui se remplacent mutuellement dans les combinaisons, il nous sera facile, avec des analyses exactes, de former un tableau qui nous représentera le poids des équivalens de tous les autres corps simples, et de là il ne sera pas plus difficile de passer aux corps composés. L'unité commune généralement adoptée par les chimistes est l'oxigène. On représente son nombre proportionnel par 1, par 10, ou par 100. Nous prendrons ce dernier nombre, et nous appellerons *équivalent*, *proportion*, *nombre proportionnel* d'un corps, la quantité pondérale de ce corps, qui, en se combinant avec 100 d'oxigène, donne naissance au premier degré d'oxidation connu.

Il suffit donc pour déterminer l'équivalent d'un corps de soumettre à l'analyse l'oxide le moins oxigéné de ce corps. Supposons que nous ayons trouvé le protoxide d'argent formé de 93, 11 parties d'argent, et 6, 89 d'oxigène; nous le considérons, d'après ce qui a été dit plus haut, comme étant formé de 1 équivalent d'argent et de 1 équivalent d'oxigène. L'équivalent d'argent sera donc facilement obtenu en établissant la proportion suivante :

6, 89 d'oxigène : 93, 11 d'argent :: un équivalent d'oxigène pesant 100 : un équivalent d'argent pesant x.

$$x = \frac{93\ 11 \times 100}{6,\ 89} = 1351.$$

1351 est donc proportionnel ou l'équivalent de l'argent.

Le protoxide de plomb est formé de 7,17 d'oxigène et de

92,83 de plomb; et, comme il est le premier degré d'oxidation de ce métal, nous le considérons comme formé de 1 équivalent de plomb et de 1 équivalent d'oxigène. Pour trouver le nombre proportionnel du plomb, nous disons 7,17 : 92,83 : : 100 : x.

$$x = \frac{92,83 \times 100}{7,17} = 1294,6.$$

L'équivalent du plomb est donc 1294,6, car 100 d'oxigène et 1294,6 de plomb, sont dans le même rapport que 7,17 d'oxigène et 92,83 de plomb, qui constituent 100 parties d'un oxide que nous avons considéré comme contenant équivalens égaux de chaque élément.

Tous les corps se combinant avec l'oxigène, il sera facile d'arriver à la détermination de leurs nombres proportionnels, en suivant exactement la même marche.

Supposons que nous ayons fixé de la sorte les équivalens de l'argent, du plomb, du calcium, du soufre, du chlore et de l'iode, et que nous ayons formé le petit tableau suivant :

Noms.	Nombres proportionnels.
Argent.	1350, 60.
Plomb.	1294, 50.
Calcium.	256, 01.
Soufre.	201, 16.
Chlore.	442, 64.
Iode.	1566, 70.

Nous allons voir qu'il nous sera possible d'arriver à un résultat remarquable, qui découle du reste de la manière même dont on a déterminé les équivalens.

1350,60 d'argent et 100 d'oxigène forment l'oxide d'argent.
1294,50 de plomb et 100 d'oxigène forment l'oxide de plomb.
256,01 de calcium et 100 d'oxigène forment l'oxide de calcium ou chaux.

1350,60 d'argent et 201,16 de soufre forment le sulfure d'argent.
1294,50 de plomb et 201,16 de soufre forment le sulfure de plomb.
156,01 de calcium et 201,16 de soufre forment le sulfure de calcium.

1350,60 d'argent et 442,64 de chlore forment le chlorure d'argent.
1294,50 de plomb et 442,64 de chlore forment le chlorure de plomb.
256,01 de calcium et 442,64 de chlore forment le chlorure de calcium

L'inspection de ces trois tableaux nous apprend qu'une quantité de métal que 100 d'oxigène peuvent transformer en protoxide, exige le double ou plus exactement 201,16 de soufre pour passer à l'état de protosulfure, et 442,64 de chlore pour devenir protochlorure; d'où il suit que pour transformer un protoxide en protosulfure ou en protochlorure, quel que soit le métal, quel que soit son nombre proportionnel, il faut employer 200 ou mieux 201,16 de soufre, et 442,64 de chlore pour chasser 100 d'oxigène; en d'autres termes 200,16 de soufre sont l'équivalent de 100 d'oxigène; 442,64 de chlore sont l'équivalent de 100 d'oxigène, de 201,16 de soufre, etc., etc. De même aussi 1350,60 d'argent équivalent à 1294,50 de plomb, à 256,01 de calcium, etc. — Si nous avions de l'oxide de plomb ou de l'oxide de calcium, et que nous voulussions en faire passer l'oxigène sur l'argent, pour une quantité de ces deux oxides renfermant 100 d'oxigène, il faudrait employer exactement un équivalent d'argent ou 1350,60.

Ces rapprochemens remarquables, qui ne sont basés sur aucune spéculation théorique, mais qui représentent au contraire le résultat pur et simple de l'expérience, ces rapprochemens portent le nom de *loi des équivalens*.

La seule objection que l'on puisse élever contre la manière que nous avons indiquée de déterminer les équivalens consiste en ce qu'il est possible que la combinaison qui a servi de point de départ ne soit pas la moins oxigénée, et qu'il en existe au contraire une ou plusieurs autres inférieures en oxigénation, à celle que l'on a considérée comme formée de 1 équivalent d'oxigène et de 1 équivalent de l'autre corps simple; mais cela importe peu. Le nombre proportionnel une fois déterminé n'en restera pas moins toujours le même; les nouvelles combinaisons inférieures seront déterminées comme les combinaisons supérieures, seulement l'ordre sera inverse. Pour citer un exemple, nous considérons la litharge, ou protoxide de plomb, comme étant PO, c'est-à-dire formée de 1 équivalent de plomb P=1294,5, et de 1 équivalent d'oxigène O=100. Le peroxide de plomb (oxide puce), contenant pour la même quantité de métal le

ouble d'oxigène, nous le regardons comme composé de 1 équivalent de plomb = 1294,5, et de 2 équivalens d'oxigène = 200, et nous lui donnons en conséquence la formule = PO^2.

Si une fois notre équivalent de plomb bien déterminé, on vient à découvrir un nouvel oxide de plomb moins riche en oxigène que notre prétendu protoxide (premier oxide), cet oxide nouveau contiendra, par exemple, moitié moins d'oxigène que l'autre. Alors, au lieu de dédoubler le poids de l'équivalent du plomb, nous le conserverons intact, et nous dirons le nouvel oxide est P^2O, c'est-à-dire qu'il contient 2 équivalens de plomb pesant chacun 1294,5, et 1 équivalent d'oxigène = 100. La même observation se rapporte à toutes les autres combinaisons qu'on pourrait trouver, et qui seraient inférieures à celles dont on s'est servi pour la détermination des équivalens inscrits dans les tables actuellement en usage. Au reste, le moyen ci-dessus indiqué pour déterminer les nombres proportionnels, n'est même pas absolu pour les combinaisons connues depuis long-temps. On s'en est écarté, bien qu'à tort peut-être, pour quelques unes telles que les oxides de mercure et de cuivre. On est parti de l'analyse des deutoxides de ces métaux pour la recherche de leurs équivalens, et l'on a considéré, contrairement à ce qui a été fait pour les autres oxides analogues, ces deutoxides comme formés de 1 équiv. de métal et de 1 équiv. d'oxigène. Comme les protoxides de cuivre et de mercure contiennent pour la même quantité de métal moitié moins d'oxigène, on leur a assigné les formules Cu^2O, M^2O.

On voit donc que les équivalens des corps sont obtenus d'après un mode tout-à-fait arbitraire; mais cela importe peu, pourvu que ces équivalens, une fois donnés, restent constamment invariables, et que celui qui s'en sert connaisse la combinaison de laquelle on est parti pour les établir.

Il est extrêmement commode de représenter les combinaisons chimiques par des symboles qui expriment la nature des corps simples qu'elles renferment, et par des chiffres qui en indiquent les rapports. On peut se servir avec avantage des mêmes moyens que M. Berzélius a proposés pour les atomes.

On choisit pour signes les lettres initiales des noms latins des corps simples. Quand les noms de plusieurs corps ont la même initiale, on y ajoute la première lettre qui ne leur est pas commune. Par exemple, C signifie carbone, *Cl*, chlore, *Cr*, chrôme, *Co*, cobalt, *Cu*, cuivre. Le nombre des équivalens est désigné par des chiffres. Un chiffre à gauche multiplie tous les équivalens placés à sa droite, jusqu'au premier + ou jusqu'à la fin de la formule. Le signe chimique, écrit une seule fois, représente un seul équivalent. Ainsi, C signifie un équivalent de carbone, 2 C, deux équivalens de carbone, 3 C O, trois équivalens d'une combinaison (oxide de carbone), dont chaque équivalent est formé de 1 équivalent de carbone et de 1 équivalent d'oxigène, etc., etc.

Un petit chiffre, placé à la droite de la lettre et en haut, comme un exposant algébrique, multiplie seulement l'équivalent représenté par cette lettre. *Exemple* : CO^2 signifie une combinaison (l'acide carbonique) formée de 1 équiv. de carbone et 2 équiv. d'oxigène S^2O^5 × un composé de 2 équiv. de soufre et de 5 équiv. d'oxigène, etc., etc. $3S^2O^5$ × trois équiv. de ce même composé (l'acide hyposulfurique).

Quand les corps, au lieu d'être combinés, ne sont que simplement mélangés, on les sépare par le signe + ; ainsi, tandis que *Cu* S représente une combinaison d'un équiv. de cuivre avec 1 équiv. de soufre (sulfure de cuivre), *Cu* + S ne représente qu'un mélange de ces deux mêmes équiv. ; mais si ces mêmes corps, séparés par le signe *plus*, sont réunis par une parenthèse, cela indique encore une combinaison. Par exemple : (*Cu*O + *Cu*S) signifie que *Cu*O est combiné avec *Cu* S : (SO^3 + HO) = une combinaison de SO^3 avec HO.

Le but de ces parenthèses est d'indiquer dans certains corps une combinaison d'après un mode particulier que l'on suppose différent de celui qu'on exprimerait en réunissant ensemble tous les signes de même nature; ainsi la formule (SO^3 + HO) nous représente une combinaison d'acide sulfurique et d'eau dans laquelle chacun de ces corps existe sans s'être dépouillé de sa nature; tandis que si nous écrivions SO^4 H, bien que nous re-

sentions la même composition, nous nous en ferions une idée ste différente. Une pareille formule ne serait plus pour nous e la représentation d'un composé particulier dans lequel il r a plus ni eau ni acide sulfurique.

Voici maintenant quels sont les symboles par lesquels on signe les corps simples et quelques uns des principaux com- sés. Sur la même ligne on a inscrit les nombres proportionnels rrespondans.

Le nombre proportionnel des combinaisons qui ne font pas rtie de ce tableau s'obtiendra facilement en se rappelant que *somme des nombres proportionnels des corps simples qui se nbinent donne la proportion ou le nombre proportionnel du nposé qui en résulte.*

NOMS DES SUBSTANCES.	FORMULES.	POIDS de L'ÉQUIVALENT.
minium.	Al.	114,111
timoine.	Sb.	1612,904
gent.	Ag.	1351,607
senic.	As.	940,084
ote.	N.	177,036
rium.	Ba.	856,880
muth.	Bt.	886,947
re.	B.	271,960
me.	Br.	933,800
dmium.	Cd.	696,767
lcium.	Ca.	256,049
rbone.	C.	76,438
rium.	Ce.	574,696
lore.	Cl.	442,650
rôme.	Cr.	351,819
obalt.	Co.	368,991
lombium ou Tantale.	Ta.	1153,715
ivre.	Cu.	395,695
ain.	Sn.	735,294
r.	Fe	339,205
uor.	F.	233,800
ucynium.	Be. / G.	220,840
ydrogène.	H.	12,479
de.	I.	1579,500

NOMS DES SUBSTANCES.	FORMULES.	POIDS de l'équivalent.
Iridium.	Ir.	1233,49
Lithium.	L.	80,37
Magnésium.	Mg.	158,35
Manganese.	Mn.	355,780
Mercure.	Hg.	2531,600
Molybdene.	Mo.	598,520
Nickel.	Ni.	369,675
Or.	Au.	2486,026
Osmium.	Os.	1244,487
Oxigene.	O.	100,000
Palladium.	Pd.	665,88
Phosphore.	Ph.	196,150
Platine.	Pt.	1215,220
Plomb	Pb.	1294,498
Potassium.	K.	489,916
Rhodium.	R.	434,158
Sélénium.	Se.	494,581
Silicium.	Si.	92,600
Sodium.	Na.	290,897
Soufre.	S.	201,165
Strontium.	Sr.	547,285
Tellure.	Te.	802,120
Thorium.	Th.	844,900
Titane.	Ti.	303,662
Tungstène.	W.	1183,000
Urane.	U.	2711,358
Vanadium.	V.	855,840
Ytrium.	Y.	948,600
Zinc.	Zn.	403,226
Zirconium.	Zr.	280,020
—		
Eau.	HO.	112,479
Eau oxigénée.	HO^2	212,479
Acide nitrique.	NO^5.	677,036
—— sulfureux.	SO^2.	401,165
—— sulfurique.	SO^3.	501,165
Oxide de carbone.	CO.	176,438
Acide carbonique.	CO^2.	276,438
—— borique.	BO^6.	871,960
—— silicique.	SiO.	192,600
—— chromique.	CrO^3.	651,815
Protoxide d'or.	Au^2O.	2586,[illegible]
Peroxide d'or.	Au^2O^3.	2786,[illegible]

DES SUBSTANCES.	FORMULES.	POIDS de L'ÉQUIVALENT.
le platine..........	$Pt\,O$	1333,499
: platine..........	$Pt\,O^2$	1433,499
e cuivre..........	$Cu^2\,O$	891,390
....	$Cu\,O$	495,695
'étain..........	$Sn\,O$	835,294
étain..........	$Sn\,O^2$	935,294
e plomb..........	$Pb\,O$	1394,498
e plomb..........	$Pb\,O^2$	1494,498
nc..........	$Zn\,O$	503,226
e nickel..........	$Ni\,O$	469,675
e cobalt..........	$Co\,O$	468,991
e fer..........	$Fe\,O$	439,205
: fer..........	$Fe\,O^{1\frac{1}{2}}$	489,205
e manganèse......	$Mn\,O$	445,887
manganèse........	$Mn\,O^2$	545,887
́sique..........	$Mn\,O^3$	644,887
anésique..........	$Mn^2\,O^7$	1391,774
....	$Mg\,O$	258,352
....	$Al\,O$	214,111
....	$Ca\,O$	356,019
....	$Sn\,O$	647,285
....	$Ba\,O$	956,880
ıe..........	H^3N	214,474
....	$Na\,O$	390,897
....	KO	589,916
rosulfurique........	HS	213,645
lomb..........	$Pb\,S$	1495,663
: de fer..........	$Fe\,S$	540,370
fer..........	$Fe\,S^2$	741,535
rgent..........	$Ag\,Cl$	1794,258
plomb..........	$Pb\,Cl$	1737,149
baryum..........	$Ba\,Cl$	1299,531
calcium..........	$Ca\,Cl$	698,670
sodium..........	$Na\,Cl$	733,548
potassium..........	$Ka\,Cl$	932,567
otassium..........	$Ka\,I$	2069,415
calcium..........	$Ca\,fl$	489,920
potassium..........	$K\,C^2N$	819,827
potassium et de fer..	$2.KC^2N + fe\,C^2N$	2308,770
e rouge de Gmelin..	$3.KC^2N + fe^2\,(C^2N)^3$	4127,623
otasse..........	$KOSO^3$	1090,081
potasse et d'alumine	$KOSO^3 + 3.AlOSO^3 \times 24.HO$	5936,416

NOMS DES SUBSTANCES.	FORMULES.	POIDS de L'ÉQUIVALENT
Sulfate de soude............	$Na\,O\,SO^3$................	892,08
—— de baryte............	$Ba\,O\,SO^3$................	1458,04
—— de chaux............	$Ca\,O\,SO^3$................	857,18
—— de plomb............	$Pb\,O\,SO^3$................	1895,66
Nitrate de potasse...........	$KO\,NO^5$................	1266,92
—— de soude............	$Na\,O\,NO^5$................	967,93
Carbonate de potasse.........	$KO\,CO^2$................	866,35
——— de soude..........	$Na\,O\,CO^2$................	667,33
——— de chaux..........	$Ca\,O\,CO^2$................	632,45
Chromate de potasse..........	$KO\,Cr\,O^3$................	1241,73
Bichromate de potasse........	$(KO + 2.Cr\,O^3)$...........	1893,54
—		
Acide acétique.	$C^4H^3O^3$................	643,18
—— cristallisable...........	$C^4H^3O^3 + HO$............	756,03
—— citrique.............	$C^4H^2O^4$................	731,07
—— gallique.............	$C^7H^3O^5$................	1073,13
—— formique.............	C^2HO^3................	365,53
—— benzoïque............	$C^{14}H^5O^3$................	1433,79
—— succinique...........	$C^4H^2O^3$................	634,07
Alcool....................	C^2H^3O................	290,49
Ether sulfurique...........	C^4H^5O................	468,50
Urée....................	$C^2H^4N^2O^2$................	757,04

L'usage de la table précédente peut être très utile dans une foule de circonstances, principalement lorsqu'il s'agit de détruire certaines combinaisons ou d'en produire de nouvelles. En faisant réagir les corps dans le rapport de leurs équivalens, on arrive à des résultats de la plus grande netteté, en même temps que les formules chimiques qui représentent ces réactions se gravent sans peine dans la mémoire, ce qu'elles doivent à leur grande simplicité. Représentons-nous ainsi par une *Équation chimique* la préparation de l'hydrogène, nous aurons $Zn + HO + SO^3 = H + ZnO\,SO^3$, qui nous indique qu'un équiv. de zinc, mis en contact avec un équiv. d'eau et un équiv. d'acide sulfurique, produit un équiv. d'hydrogène et un équiv. de sulfate de zinc. Si, au lieu d'un seul équiv. d'acide sulfurique, la quantité de zinc restant la même, nous en eussions employé davantage, un équiv. et demi par exemple, alors nous eussions perdu

équiv. d'acide, et réciproquement pour le zinc. L'eau seule t être employée en grand excès pour dissoudre le sel, bien un seul équiv. serve à la réaction.

$CaO\,CO^2 + HCl = HO + Ca\,Cl + CO^2$ nous indique qu'un uiv. de carbonate de chaux, mis en contact avec un équiv. cide hydrochlorique, produit un équiv. d'eau, un équiv. de ore de calcium et un équiv. d'acide carbonique. Quand donc voudra préparer de l'acide carbonique par ce moyen, il faudra re réagir les substances indiquées ci-dessus dans le rapport de rs équivalens; autrement on perdrait ce que l'on aurait emyé en excès de l'un des corps.

Voyons, toujours en opérant, d'après la théorie des équiv., mbien un poids donné de soufre doit produire d'acide sulfuque. Lorsque cet acide est sec, sa formule est SO^3; tel qu'on btient dans les chambres de plomb après avoir été conutré, il contient un équiv. d'eau $=$ HO, et devient donc alors ^{3} + HO.

Un équiv. de soufre pèse 201,165; 3 équiv. d'oxigène = 300; quiv. d'eau = 112,479. J'additionne ces trois nombres, et j'ai ur somme 613,644; donc 201,165 de soufre produisent 3,644 d'acide sulfurique concentré. Si l'expérience en fournit vantage, c'est qu'il n'est pas pur; si elle en donne moins, at qu'on en a perdu.

Pour connaître combien 100 parties de soufre produiraient du ême acide, on établit la proportion

$$201{,}165 : 613{,}644 :: 100 : x$$

$$x = \frac{613{,}644 \times 100}{201{,}165} = 305.$$

On appelle équiv. d'un acide la quantité pondérale de cet ide qui se combine avec un équiv. d'un oxide contenant un uiv. d'oxigène. Ainsi par exemple, la potasse étant KO, et ant pour nombre proportionnel 589,916, on appelle équiv. acide sulfurique la quantité de cet acide qui s'unit à 589,916 potasse pour former du sulfate neutre de potasse. Cette quan- est égale à 501,165; donc 501,165 est le *nombre propor-*

tionnel ou l'*équiv.* de l'acide sulfurique ; elle correspond à formule SO^3.

Réciproquement on nomme équiv. de potasse, de soude, baryte, de chaux, etc., la quantité de chacun de ces oxides s'unit à un équiv. d'acide.

Lors donc qu'un acide et une base sont purs, ils doivent neutraliser exactement quand on les mêle dans le rapport leurs équivalens ; si la saturation n'existe pas après le mélange il ne faut en rechercher la cause que dans la présence de que matière étrangère. Cette loi de neutralisation fournit moyen facile de connaître le *titre réel*, la *quantité absolue de* des alcalis et des acides employés dans les arts.

Veut-on par exemple savoir le degré de concentration d'un vinaigre, on prend un poids déterminé de potasse, ou mieux carbonate de potasse, qu'il est plus facile de se procurer pur; le neutralise exactement pour ce même vinaigre, et l'on ce qu'il a fallu en employer. Il est évident que, si le vinaigre pur et a son *maximum* de concentration, les quantités de potasse ou de carbonate de potasse, et celles de l'acide acétique, seront entre elles comme les nombres proportionnels de ces trois corps. La potasse, comme nous le savons, a pour formule KO, et pour équiv. 589,916 ; l'acide acétique est $C^4H^3O^3 + HO$, et son nombre proportionnel est 756,028. Le carbonate de potasse $KO\,CO^2$ pèse 866,354. D'après cela, si le vinaigre à analyser est pur 756gr.,028 doivent neutraliser 589gr.,916 de potasse ou 866gr.,35 de carbonate ; que si 756,028 de vinaigre ne saturent que la moitié de ces deux dernières qualités, c'est qu'il contient la moitié de son poids d'eau ou de matières impures.

On dira donc toutes les fois qu'il s'agira de déterminer force d'un acide :

« Les quantités de potasse et d'acide employées à la saturation sont entre elles comme le nombre proportionnel de la potasse est à x. Si le quatrième terme de la proportion, c'est-à-dire x, est le même que le poids de l'équiv. de l'acide, celui-ci devra être considéré comme pur ; s'il est moindre, l'acide sera impur, et d'autant plus que ce nombre sera plus petit. Une si

ple règle de proportion indiquera facilement dans quelles limites; car alors il ne restera plus qu'à dire : « Le nombre proportionnel de l'acide trouvé dans les *tables*, est au quatrième terme actuellement connu, comme 100 : x; x indiquera combien 100 parties de l'acide analysé contiennent d'acide réel. »

Toutefois ces opérations nécessitent beaucoup de soin, parce qu'il n'est pas toujours facile de bien saisir le terme de la saturation. En général, on prend une dissolution de carbonate de potasse bien pur, provenant de la calcination du bicarbonate; on en dissout dans l'eau un poids déterminé (*V.* l'art. ALCALIMÉTRIE), et l'on y verse goutte à goutte l'acide préalablement étendu d'eau, ce qui s'exécute facilement au moyen d'une petite burette. On agite avec une baguette de verre, avec l'extrémité de laquelle on fait de temps en temps un trait sur un papier bleu de tournesol. Lorsque le papier commence à devenir rouge, et que le trait persiste, l'opération est terminée. Si on avait outrepassé ce terme, il faudrait la recommencer. En général, pour plus de sûreté, on prend la moyenne de deux ou trois opérations.

Il est encore une autre précaution à prendre lorsqu'on détermine le titre d'un acide ou d'un alcali, c'est de bien s'assurer qu'ils ne sont pas mêlés avec d'autres acides ou d'autres alcalis: car, s'ils le sont, le procédé indiqué cesse d'être exact; il faut alors recourir à des moyens analytiques plus ou moins compliqués, et d'ailleurs variables avec la nature même des mélanges sur lesquels on opère. P....ZE.

ESPAGNOLETTE (*Arts mécaniques*). Espèce de fermeture de fenêtre ou de porte. L'espagnolette simple est formée d'une tige verticale de fer droite et ronde, assujettie sur le bord du montant, à droite de la croisée, par deux ou trois pitons à vis, reçus dans des collets que porte la tige en fer, et sur lesquels elle roule sans pouvoir ni monter ni descendre. Les bouts de cette tige de fer portent horizontalement des crochets qui prennent dans des gâches fixées au dormant. Elle porte, à une hauteur convenable, et à charnière, un levier en forme de poignée pour faire tourner l'espagnolette. Ce levier s'engage dans un crochet fixé à l'autre

sai ; et si son résultat offre la moyenne des trois titres obtenus, c'est une preuve que chacun avait bien opéré, et que la matière était mal mêlée. Dans ce cas, le titre déterminé par l'inspecteur est celui qu'on adopte ; et si, au lieu de trouver la moyenne, il se rencontre avec l'un ou l'autre des titres obtenus auparavant, c'est encore celui-là qui est admis. Quand le directeur de la monnaie a passé la limite accordée, soit en plus, soit en moins, c'est-à-dire si le titre se trouve au dessous de 897, ou au dessus de 903 millièmes, l'administration en ordonne la refonte avec l'addition d'une proportion convenable de cuivre ou d'argent, suivant l'occurrence ; mais, comme les directeurs des monnaies fournissent au gouvernement la plus grande partie de la matière employée au monnoyage, il est rare que le titre soit au dessus des 900 millièmes ordonnés par la loi, car leur intérêt serait lésé ; ils cherchent donc à se rapprocher le plus possible de la limite inférieure, c'est-à-dire de 897 millièmes.

Les *essayeurs du commerce* sont tenus, pour pouvoir exercer, de se faire examiner par l'inspecteur et le contrôleur de la Monnaie de Paris, et cela d'après l'autorisation de l'administration. L'examen doit être théorique et pratique ; le candidat fait en présence de ses juges plusieurs essais de matière d'or et d'argent dont les titres ont été constatés par avance. Si le rapport de l'inspecteur est favorable, l'administration lui délivre un certificat de capacité, sinon on l'ajourne à un terme plus reculé.

Chaque essayeur du commerce a un poinçon qui porte son nom et un symbole qui lui est particulier. Ce poinçon doit être insculpé sur des planches de cuivre qui restent à la Monnaie pour servir en cas de contestation. Lorsque l'essayeur a déterminé le titre d'un lingot, il doit y appliquer son poinçon, et indiquer en chiffres les millièmes d'or et les millièmes d'argent. Si le marchand qui a acheté dans le commerce un lingot d'or ou d'argent paraphé, craint qu'il n'ait été mal titré, il peut le faire essayer à la Monnaie ; et si le titre trouvé est inférieur à celui qui porte le paraphe, l'essayeur est tenu d'en payer la différence ainsi que les frais d'essai, à moins que cette différence

n'excède pas 2 millièmes pour l'or et 5 millièmes pour l'argent. Aussi ceux qui font ces essais ont-ils soin, pour ne pas exposer leur responsabilité, de faire la prise d'essai aux deux bouts et au milieu du lingot à trois parties égales, afin d'avoir une moyenne dans le cas où le lingot proviendrait d'une fonte mal brassée.

Les *essayeurs de la garantie* sont chargés d'essayer tous les ouvrages d'or ou d'argent fabriqués par les orfèvres. Il y a un bureau de garantie dans le chef-lieu de chaque département; le préfet désigne un sujet à l'administration des monnaies, qui le fait examiner par l'inspecteur et le contrôleur des essais. Si le candidat présenté est jugé favorablement, l'administration, sur le rapport qui lui en est fait, lui délivre un certificat de capacité.

Ces sortes d'essais se font, comme les autres, par les moyens indiqués à l'article COUPELLATION, à moins que les objets ne soient trop petits; et, dans ce cas, on en détermine le titre sur la pierre de touche, au moyen de l'acide nitrique.

L'administration des monnaies exerce une surveillance sur les bureaux de garantie par l'intermédiaire d'hommes instruits dans cette partie, qui ont le titre d'*inspecteurs*. Il y en a un qui est uniquement chargé du bureau de Paris, et cinq autres qui parcourent les départemens.

Ces inspecteurs rendent compte à l'administration générale des monnaies. R.

ESSENCE. On désigne assez fréquemment sous ce nom les huiles volatiles et aromatiques qu'on extrait des plantes ou de divers produits végétaux; mais comme la plupart des auteurs ont adopté l'expression d'*huiles essentielles*, nous renverrons à cet article.

Dans la parfumerie, on donne aussi le nom d'*essences* à des liquides aromatiques composés.

Enfin dans les arts, on emploie, sous cette même dénomination, certains mixtes dont nous allons immédiatement faire mention, parce qu'ils ne peuvent être compris ni dans l'un ni dans l'autre des articles ci-dessus indiqués.

ESSENCE D'ORIENT. C'est ainsi qu'on nomme une matière

nacrée fournie par l'*ablette*, poisson du genre *cyprien*. Cette stance, qui sert à la fabrication des perles fausses, se tr principalement à la base des écailles. Pour l'obtenir, on é les *ables* à la manière ordinaire, et l'on reçoit tout le produ cette opération dans un baquet rempli d'eau; et, lorsqu'on réuni une certaine quantité, on agite l'eau, on frotte les é les entre les mains pour en détacher la matière nacrée abandonne au repos pendant quelques instans, puis on déc On enlève ainsi toutes les parties sanguinolentes et muque on délaie dans de nouvelle eau bien limpide, et l'on jet tout sur un tamis très clair. La matière nacrée passe avec et se précipite au fond, les écailles restent sur le tamis, les soumet encore une fois ou deux à la même opération po séparer tout ce qu'elles peuvent fournir. Les lavages étant minés, on décante l'eau, et l'on recueille soigneusement quide visqueux qui s'est déposé; il est d'un blanc bleuât d'un brillant nacré. C'est ce produit qu'on nomme *Essence rient.* Il ne se trouve pas seulement à la base des écailles, ma intestins en sont eux-mêmes entièrement recouverts. La plu des autres poissons en fournissent aussi; mais, de tous, les sont ceux qui l'offrent en plus grande quantité.

Les fabricans de perles fausses sont les seuls qui jusqu'à sent aient tiré quelque parti de cette singulière matière. en faire usage, ils la délaient dans une solution clarifiée de de poisson; puis, à l'aide d'un petit chalumeau en verre, i introduisent une goutte dans l'intérieur de la perle de verre la roule aussitôt dans tous les sens, et lorsque la surface int est entièrement recouverte, on procède à une prompte de cation.

ESSENCE VESTIMENTALE. C'est le nom qu'on donne l'art du dégraisseur à un mélange d'huiles essentielles qui à enlever les taches de graisse de dessus les étoffes. Elle se pose le plus habituellement d'huiles essentielles de citro d'essence de térébenthine mélangées à parties égales.

Chacune des deux, prise isolément, remplirait égaleme but; mais l'une serait trop dispendieuse, et l'autre empl

ale communiquerait une odeur désagréable. On obvie par leur union à ces inconvéniens; mais il est une condition indispensable pour que le but qu'on se propose soit atteint; il faut que les essences soient tout récemment rectifiées, ou du moins qu'elles n'aient point eu le contact de l'air depuis leur purification. R.

ESSIEU (*Arts mécaniques*). Barre transversale sur laquelle pose toute la charge d'une voiture, et dont les extrémités servent d'axe aux roues. On en fait en bois, en fer, et quelquefois même en acier. C'est moins la grosseur qui en fait la force que le choix des matières et l'art de le fabriquer.

Un essieu se compose de deux fusées coniques, ordinairement tournées, qui servent d'axe aux roues, et du corps d'essieu, de forme rectangulaire, sur lequel posent les brancards de la voiture. Les extrémités des fusées des grosses voitures sont traversées dans le sens vertical par des chevilles en fer qu'on appelle des S; celles des voitures légères sont garnies d'écrous taraudés, l'un à droite, l'autre à gauche, pour empêcher les roues de s'échapper; ces écrous sont recouverts par une boîte que porte le petit bout du moyeu de la roue, afin de les garantir de la boue.

Les essieux de fer, dont l'usage est presque général aujourd'hui, sont faits de plusieurs barres de fer méplat, de la meilleure qualité possible, corroyées ensemble, observant de diriger leurs champs dans le sens de l'effort, qui est du bas en haut. La section du corps de l'essieu est un rectangle dont la dimension verticale est d'un tiers environ de plus que la dimension horizontale. Les fusées, dont la longueur est proportionnée au diamètre des roues, mais qui n'ont jamais plus de 18 à 20 pouces, sont légèrement plongeantes. L'expérience a appris aux fabricans d'essieux les dimensions qu'il faut leur donner pour porter telles charges; ils savent, par exemple, que l'essieu d'une charrette chargée de dix mille et attelée de quatre chevaux, doit avoir 3 pouces $\frac{1}{2}$ sur deux pouces $\frac{1}{2}$ de section au corps d'esssieu. Du reste, la solidité d'un essieu est tellement importante, qu'il vaut mieux excéder les mesures que de rester

au dessous. Dans les constructions de l'artillerie, on a prescrit des dimensions rigoureuses pour chaque partie de l'essieu, et après les avoir vérifiées, on leur fait subir l'essai de la chute, qui consiste à les élever à 20 ou 25 pieds, et à les laisser tomber au travers, de cette hauteur, sur de vieux canons placés en dessus. E. M.

ÉTAIN. Ce métal paraît avoir été connu et employé dès la plus haute antiquité. Lorsqu'il est pur, il a une couleur aussi belle et aussi brillante que l'argent ; sa dureté est moyenne entre celle de l'or et du plomb ; il est très malléable ; à l'état de repos il n'a pas sensiblement d'odeur, mais il en acquiert par le frottement ; il fait entendre, lorsqu'on le plie, un craquement connu sous le nom de *cri de l'étain*.

L'étain fond à 228° centigrades, et se cristallise, par un refroidissement lent, en prismes rhomboïdaux. Il se réduit très difficilement en vapeurs.

Abandonné au contact de l'air, l'étain s'y recouvre d'une légère couche d'un noir grisâtre ; à chaud, l'oxidation marche avec une extrême rapidité, et le métal peut passer entièrement à l'état de peroxide.

L'étain s'allie avec la plupart des métaux et avec un assez grand nombre de corps simples non métalliques ; il forme avec le fer l'alliage connu sous le nom de *fer-blanc* ; avec le bismuth et le plomb, l'alliage de Darcet, avec l'étain il donne le bronze ; allié au mercure, il sert à étamer les glaces, etc., etc.

La potée d'étain est une combinaison de plomb et d'étain, dans laquelle il entre quelquefois un peu de zinc et de bismuth.

L'acide qui attaque le mieux l'étain est l'acide nitrique ; il le convertit avec rapidité en peroxide (acide stannique).

L'acide hydrochlorique concentré le convertit en protochlorure d'étain, en produisant un dégagement de gaz hydrogène.

Les sels d'étain sont en général peu stables et d'ailleurs faciles à connaître.

L'étain ne se trouve pas à l'état natif dans la nature ; il n'y existe qu'à l'état d'oxide et de sulfure. Ce dernier composé y est même très rare.

L'*étain oxidé*, qui est le seul minéral duquel on extrait l'étain, est d'un brun noirâtre foncé, d'une densité d'environ 7; il est quelquefois translucide, mais presque toujours opaque et sous forme cristalline; ses formes ordinaires sont des prisons à quatre faces, surmontées de pyramides; souvent les cristaux se pénètrent par leur réunion des angles rentrans, auxquels on a donné le nom de *bec d'étain*. Il est peu d'échantillons où l'on n'observe ces croisemens.

L'oxide d'étain ne se trouve que dans les terrains anciens, ordinairement dans les granits, dans les porphyres ou dans des schistes, où il forme des filons et des amas.

L'oxide d'étain se trouve aussi disséminé dans les alluvions qui avoisinent les dépôts d'étain. Dans les Cornouailles il en existe qui sont exploitées depuis plusieurs siècles. Le minerai qui provient de ces alluvions produit un étain de qualité supérieure à celui qui est extrait des mines, sans doute parce que les métaux qui accompagnaient l'étain dans son gisement primitif, étant plus facilement altérables que lui, ont disparu par l'action successive de l'eau, de l'air et du transport.

Les principales mines d'étain sont celles de Banca et de Malacca, dans les Indes-Orientales; de la province de Cornouailles, en Angleterre, et celles de Saxe et de Bohême.

Préparation mécanique du minerai d'étain. Cette opération varie beaucoup suivant la composition de la gangue; lorsque l'étain n'est accompagné que de substances pierreuses, comme dans les alluvions et dans quelques mines, il suffit de les réduire en poussière assez fine, par le bocardage, pour que l'on puisse séparer, par la différence de pesanteur spécifique, les substances pierreuses du minerai d'étain.

On lave cette poussière sur des tables en bois peu élevées, appelées généralement *tables dormantes*, représentées par les fig. 7 et 8 de la pl. 14, Arts chimiques, sur lesquelles on fait arriver un courant d'eau; elles sont longues de 10 pieds et larges de 3. On remue la poussière avec un râble, pour exposer toutes les surfaces à l'action de l'eau, qui entraîne les parties les plus légères, tandis que l'étain oxidé, d'une pesanteur spécifique triple de

la gangue, reste presque entièrement au haut de la table. Quelques parties ténues d'oxide d'étain, d'abord enlevées par les eaux, se déposent souvent à la partie inférieure de la table; l'ouvrier les remonte avec un râble. Le *schlick* ou sable d'étain, qu'on obtient par ce premier lavage, est ordinairement assez pur pour être fondu immédiatement.

Lorsque l'étain oxidé est, ce qui se présente le plus ordinairement dans la nature, accompagné de substances métalliques dont la pesanteur spécifique est également fort considérable, on est obligé d'employer un procédé plus compliqué pour l'en séparer en parties.

Les substances métalliques le plus habituellement associées sont du wolfram ou schéelin ferruginé, du fer arsenical, des minerais de fer et du cuivre pyriteux. C'est surtout lorsque le minerai d'étain contient du cuivre pyriteux que l'opération devient plus compliquée, parce que le cuivre étant un métal d'un assez grand prix, on se propose non seulement de recueillir l'oxide d'étain, mais en outre la pyrite de cuivre.

Les morceaux que l'on retire des mines ne contiennent pas tous du minerai d'étain; un grand nombre ne sont pas métallifères; quelques uns présentent à la fois de l'oxide d'étain et de la pyrite de cuivre, et d'autres enfin sont de véritables minerais de cuivre. On commence par faire un premier triage à la main et au marteau, qui a pour but de classer ces trois sortes de minerais, et d'isoler autant que possible les minerais d'étain de ceux de cuivre.

Ce triage exécuté, on réduit en sable les minerais d'étain, les seuls dont nous ayons à nous occuper dans cet article, au moyen du bocardage. Le minerai d'étain étant mélangé de pyrite de cuivre, on doit le réduire en sable moins fin que lorsqu'il est accompagné seulement de substances pierreuses, parce que l'eau entraînerait une grande quantité de pyrite de cuivre. Le sable obtenu est lavé dans des tables appelées *caisses allemandes*, qui ont à peu près 15 pieds de long sur 3 pieds de largeur; elles sont entourées de tous côtés d'un rebord qui donne à la caisse à peu près 18 pouces de profon-

teur. L'eau arrive à la tête de la table; elle s'échappe à la partie inférieure par des trous pratiqués dans la planche qui forme la partie inférieure. On peut, au moyen de tasseaux qu'on place intérieurement, élever le niveau de l'eau dans la caisse, de manière à y accumuler une plus ou moins grande quantité de sable.

Il existe au haut de la table, ainsi que le montrent les fig. 9 et 10, pl. 14, un compartiment dans lequel l'eau s'accumule, et d'où elle ressort en nappe. On place du minerai bocardé à la tête de la table; l'ouvrier le fait tomber sur la table avec un râble; il le remue continuellement, afin de l'exposer à l'action entraînante de l'eau. Le sable, tenu en suspension par l'eau, se dépose à des distances plus ou moins éloignées de la tête de la table, suivant sa pesanteur spécifique. Ainsi, l'oxide d'étain reste presque entièrement à la partie supérieure, tandis que le cuivre pyriteux se dépose plus particulièrement au milieu de la table, et que le sable qui est au bas est en général composé presque exclusivement de matières pierreuses; du moins, cette partie contient si peu de métaux utiles, qu'il n'y aurait pas d'avantage à la soumettre à un second lavage.

Enfin, l'eau en sortant de la table est chargée de sables qui rarement méritent la peine d'être lavés de nouveau.

On fait donc trois divisions dans le sable qui remplit la table: la partie inférieure est rejetée; la partie moyenne est regardée comme du sable provenant du bocard; quant à la partie supérieure, très riche en minerai d'étain, elle contient encore de la gangue et une assez grande proportion de métaux étrangers; on la soumet à un nouveau lavage entièrement analogue à celui que nous venons de décrire. Elle donne, par cette deuxième opération, un minerai qui retient encore des pyrites arsenicales, des pyrites cuivreuses, et même du fer oxidulé ou oligiste; substances plus réductibles que l'étain, et qui nécessairement en altéreraient les propriétés, si on le fondait en cet état. Il faut donc tâcher de l'en débarrasser. On ne pourrait pas parvenir économiquement à ce but en employant de nouveau le lavage, parce que la pesanteur spécifique de ces substances métalliques est tel-

lement rapprochée de celle d'oxide d'étain, qu'il serait impossible d'isoler ce dernier sans en faire une grande perte.

L'oxide d'étain étant inaltérable à une température modérée, tandis que les pyrites qui l'accompagnent sont décomposées à cette même température, on emploie la calcination, qui, en séparant le soufre et l'arsenic en grande partie, diminue la pesanteur des sulfures et des arseniates, et permet alors de les séparer par un lavage postérieur.

Cette calcination s'effectue dans des fourneaux à réverbère dont les dimensions sont assez variables; ils ont moyennement 3 à quatre mètres de long intérieurement, et de $2^{m},60$ à 3 mètres de large. La sole de ces fourneaux est horizontale; elle est construite en brique; la voûte, élevée à peu près de 2 pieds du foyer, s'abaisse légèrement vers la cheminée. Il existe sur le devant une porte par laquelle on charge les matières et on les remue. La cheminée est placée au dessus de cette porte; elle communique ordinairement à une chambre de condensation dans laquelle se dépose l'arsenic qui se volatilise.

Après avoir chargé le minerai, on échauffe graduellement le fourneau, et l'on porte la chaleur jusqu'au rouge sombre. Un ouvrier remue de temps en temps le minerai avec un râble, pour exposer la surface à l'action de l'air et de la chaleur, et en même temps pour empêcher son agglutination; le soufre brûle et l'arsenic se volatilise; il est recueilli dans la chambre de condensation que nous avons indiquée. Quant la calcination est terminée, ce qui arrive au bout de douze à quinze heures, et ce dont on est averti par l'état du minerai, qui est alors sec comme du sable et ne donne plus de vapeur, on le retire et on l'expose pendant plusieurs jours à l'action de l'air. Le sulfure de cuivre, déjà décomposé en partie, passe à l'état de sulfate de cuivre; pour dissoudre ce sel; on met alors le minerai dans de l'eau, et l'on en précipite le cuivre avec de la vieille ferraille; on obtient par cette opération du cuivre de cémentation. Presque tout le cuivre qui restait avec l'oxide d'étain est recueilli à cet état.

Le minerai, après avoir été lessivé à plusieurs reprises, est alors criblé pour en séparer les parties qui se sont agglomérées

ndant le grillage; on le lave ensuite sur des tables allemandes u sur des tables jumelles, suivant la finesse du grain. On parent, par ce troisième lavage, à séparer la plus grande partie es métaux étrangers, et l'on amène le minerai à contenir de 60 75 p. 100 d'étain métallique. On classe les minerais suivant ur pureté, pour pouvoir ensuite les mélanger dans certaines roportions, suivant la qualité de l'étain qu'on se propose d'obnir. Le minerai de mine ne donne pas généralement d'étain de remière qualité comparable à celui qui provient de l'Inde; ais le minerai qui provient du lavage des terrains d'alluvion urnit au commerce l'étain le plus fin.

Essais. Il est très rare que l'on fonde sur la mine même le minerai d'étain; il est ordinairement vendu aux propriétaires d'unes, qui, pour en connaître la valeur, en déterminent la richesse en étain par des *essais*. Pour les effectuer, on prend un oids déterminé de la moyenne du minerai que l'on veut essayer, et on la met dans un creuset brasqué; on expose pendant eux heures cet essai dans un foyer alimenté par un soufflet, ou ans un fourneau à vent, précisément comme un essai de fer. n a soin de graduer la chaleur, parce que sans cela l'oxide étain ayant une grande affinité pour les terres, il en passerait ne partie dans les scories. Au bout d'une heure et demie environ, temps où l'on suppose que la réduction est complète, on onne un fort coup de feu, et tout se fond. On obtient un culot étain et une scorie; s'il reste quelques grenailles d'étain disséinées dans la scorie, il faut piler cette dernière afin d'avoir l'éin. Le poids du métal indiquera la richesse du minerai. Ce rocédé simple, le meilleur pour faire l'essai des mines d'étain, l'inconvénient de réduire l'oxide de fer qui peut se trouver rec lui.

Traitement métallurgique du minerai d'étain. La réduction de xide d'étain en grand est fondée sur l'affinité du charbon pour xigène, qui tend à former de l'oxide de carbone et de l'acide rbonique; mais, suivant que le combustible dont on se sert t du bois, comme en Saxe et en Bohême, ou de la houille, comme Angleterre, on traite le minerai dans des fourneaux à man-

neux que l'on enlève; l'étain est ensuite raffiné ainsi qu l'avons indiqué; mais quelque soin que l'on apporte à sa fication, il est toujours de très mauvaise qualité.

Traitement au fourneau à réverbère. En Angleterre, houille est à un prix très modique, on a dû chercher à se de ce combustible pour fondre l'étain; et afin que ce m fût pas en contact immédiat avec lui, on a substitué à l' des fourneaux à manche, le travail au fourneau à réverbè

Les fig. 1, 2 et 3, pl. 14, indiquent la forme de ces fourn la sole a 10 pieds de longueur, sur 5 à 6 pieds de large; la est très surbaissée; il y a deux portes: l'une, destinée à ch le fourneau, est sur le côté de la sole vers le milieu; l'autr laquelle on travaille dans le fourneau, est placée sur l vant.

Au dessous de la porte du travail existe un bassin de r tion A, dans lequel on fait couler l'étain fondu, et où il mence à se purifier par le repos de masse.

On fond dans ces fourneaux tous les minerais extrait mines; on les mélange ensemble dans certaines proportions vant la qualité de l'étain qu'on veut obtenir, et de manièr la richesse soit constante : la plus favorable est lorsque le lange contient à peu près 65 p. 100 d'étain. On ajoute à l' d'étain 10 ou 12 pour 100 de poussière de houille sèche, qu servir de désoxidant; on mouille le minerai pour qu'il pui charger sans se dissiper dans l'air; on l'étend sur la sole du neau, et l'on ferme exactement toutes les portes; on a s soin de les luter avec de l'argile, pour empêcher la diffusi la chaleur. On chauffe graduellement, afin de faciliter la r tion de l'oxide d'étain, et que la petite quantité de gangu reste dans le minerai ne puisse pas se fondre avant que la d dation n'ait lieu: car, ainsi que nous l'avons déja indiq parlant des essais d'étain, les verres terreux ou scories c formeraient dissoudraient une assez grande quantité de cet o pour lequel ils ont beaucoup d'affinité. Au bout de six à heures, la réduction est ordinairement complète; on ouvre la porte du fourneau, et l'on brasse la matière avec un râl

fer, afin de faciliter la séparation de l'étain métallique et des scories. On enlève ces dernières du fourneau, et l'on fait couler l'étain dans le bassin de réception, où par le repos de masse il achève de se séparer du peu de scories qui sont restées avec lui.

Cet étain est coulé en lingots; il doit être raffiné avant d'être livré au commerce.

Quant aux scories qui ont été enlevées du fourneau à réverbère, elles contiennent peu d'oxide d'étain en combinaison, mais quelques unes en retiennent souvent une grande quantité en grenailles; on les bocarde, puis on en sépare cet étain métallique par un criblage; il est ensuite ajouté dans une opération postérieure.

Raffinage de l'étain. Cette opération se divise en deux parties: la première est une espèce de *liquation,* qui s'exécute sur la sole d'un fourneau de réverbère entièrement analogue à celui que nous avons décrit pour la fonte (1); il en diffère cependant en ce que, au lieu d'avoir un bassin de réception, on a construit, sur une des parois du fourneau, une chaudière en fonte B, dans laquelle l'étain coule à mesure qu'il se fond sur la sole du fourneau; et c'est dans cette chaudière que doit s'opérer le *raffinage.*

Au dessus de la chaudière est suspendu un châssis en fer C, qu'on peut faire monter et descendre à volonté au moyen d'une poulie; on place dans ce châssis plusieurs bûches de bois vert. Le châssis doit être assez lourd pour que son poids suffise pour forcer le bois d'entrer dans le bain d'étain.

On place les saumons sur la sole du fourneau; on chauffe très légèrement; l'étain fond peu à peu et coule dans le bassin d'affinage. Les métaux avec lesquels il est allié, qui sont principalement du fer, de l'arsenic, du cuivre et du tungstène, moins

---

(1) Pour ne pas donner le dessin de deux fourneaux, on a réuni, sur les mêmes fig. 1, 2 et 3, le bassin de réception dont les fourneaux de fusion sont toujours accompagnés, la chaudière du raffinage, et l'appareil qui en dépend.

fusibles que l'étain, se séparent en grande partie par cette espèce de liquation. Il reste sur la sole un alliage d'étain très ferreux, contenant la plus grande partie des métaux que nous venons de citer. On ajoute des saumons sur la sole du fourneau à réverbère, jusqu'à ce que la chaudière dans laquelle on opère le raffinage soit remplie; elle contient à peu près dix mille livres d'étain.

Il existe un petit foyer au dessus de cette chaudière, pour pouvoir maintenir l'étain en fusion parfaite.

C'est alors que commence la seconde partie du raffinage. On enfonce dans le bain du bois vert au moyen du châssis que nous avons décrit plus haut. Ce bois vert dégage une quantité considérable de gaz, qui produit une grande agitation dans la masse, et facilite la séparation des parties plus légères qui se portent à la surface sous forme d'écume composée principalement d'oxide d'étain, tandis que les métaux les plus lourds se précipitent au fond.

Au bout de trois heures de cette ébullition artificielle, on laisse le bain se reposer pendant deux heures environ. Par ce repos de masse, l'étain se sépare en couches de pesanteur spécifique et de pureté différentes. Le plus pur se porte à la partie supérieure, tandis que les métaux étrangers se sont concentrés dans celui qui occupe le fond de la chaudière. On moule alors l'étain en lingots; la partie supérieure, environ les deux tiers, reconnue assez pure, est livrée au commerce sous le nom d'*étain raffiné* (Raffined-Tin), tandis que l'autre tiers, considéré comme étain impur, doit être soumis à un second raffinage.

L'alliage qui est resté sur la sole du fourneau à réverbère lors de la fusion des saumons d'étain, étant très stannifère, est également retraité, et donne un étain de très mauvaise qualité.

Quelque soin que l'on apporte dans le raffinage de l'étain, le minerai que l'on traite au fourneau à réverbère étant mélangé de substances arsenicales dans une grande proportion, on n'obtient toujours que de l'étain de seconde qualité. Le minerai d'alluvion, au contraire, étant très pur, donne un étain comparable à celui des Indes; on le traite dans des fourneaux à

manche, et au moyen du charbon de bois, par un procédé qui diffère peu de celui que nous avons indiqué comme étant pratiqué en Saxe et en Bohême. Nous ne connaissons pas les raisons qui ont conduit les fondeurs du pays à adopter cette méthode de préférence au traitement au fourneau à réverbère : car il n'en est pas ici comme dans le traitement du fer, où le contact de la houille donne une mauvaise qualité au métal, l'étain n'étant pas en contact avec ce combustible. La routine est peut-être la plus forte raison.

Cette qualité d'étain est livrée au commerce en morceaux composés de *grains* allongés ou de *larmes*, ce qui a fait donner à cet étain le nom de *grain-tin* en anglais, et d'étain en *larmes* en français. Pour l'obtenir sous cette forme, on laisse tomber d'une certaine hauteur les saumons d'étain chauffés jusqu'au point de rendre le métal cassant; la masse se partage en fragmens qui présentent un aspect tout particulier. D.

ÉTAMPE (*Arts mécaniques*). C'est une forte plaque d'acier trempé, dans laquelle sont pratiquées diverses cavités de formes déterminées par la nature de l'objet qu'on veut fabriquer. Lorsqu'on place une lame métallique mince sur l'étampe, et qu'on frappe à coups répétés, ou bien qu'on agit avec force sur cette lame avec un BALANCIER ou un poinçon, elle se moule sur les cavités et en prend la forme. L'orfèvre, le bijoutier, le cloutier et une foule d'autres artisans, façonnent la plus grande partie de leurs produits à l'étampe. FR.

ÉTAU (*Arts mécaniques*). C'est une presse en fer à vis dans laquelle les ouvriers à marteaux et à limes saisissent l'objet qu'ils travaillent. Ils y en a de très gros dont le poids est de 3 à 400 livres, qui sont à l'usage des forgerons. On leur donne le nom d'étau à chaud, parce qu'on s'en sert pour façonner au marteau des pièces de fer ou d'acier à chaud. Il est nécessaire qu'ils aient de la masse et de la solidité pour ne pas s'échauffer trop vite et pour résister aux coups de marteau qu'on leur donne en tous sens. Les étaux à chaud sont fixés isolément et le plus solidement possible, au milieu d'une forge, de manière qu'on puisse circuler tout autour.

Les étaux de serruriers, de limeurs, etc., sont en général du poids de 50 à 70 livres.

Les étaux gros et petits se composent de deux leviers à mâchoires; une vis à pas carré, qui s'engage dans une boîte servant d'écrou, fait serrer l'une des mâchoires contre l'autre. Les mâchoires entre lesquelles on saisit l'objet sont acérées, taillées en lime et trempées. On les nomme les *mors de l'étau*. Une des branches de l'étau, celle de derrière, se prolonge jusqu'en bas et s'y fixe au plancher en même temps que contre l'établi. La branche de devant ne descend qu'à moitié ou aux deux tiers de celle de derrière, où elle est unie à une charnière, qui, conjointement avec la boîte de la vis, les maintient dans un même plan vertical. Un ressort placé entre les deux branches, mais que la vis comprime aisément, les fait ouvrir quand on desserre l'étau.

Il y a des étaux à agraffes qu'on fixe contre le bord d'un établi au moyen d'une simple vis de pression; mais on ne peut s'en servir que pour le travail de très petits objets.

On fait aussi des étaux qu'on appelle *parallèles*, parce que la branche de devant s'ouvre, par l'effet de la vis, parallèlement à elle-même, au lieu d'articuler autour d'un point comme à l'ordinaire. Ils ne sont guère en usage que chez les amateurs, non plus que les étaux qui ont la faculté de pivoter sur eux-mêmes.

On donne le nom d'*étau à main* à une petite pince qui a en effet la forme d'un étau, et qu'on tient à la main pour limer une infinité de petits objets. E. M.

ÉTHERS. On désigne sous ce nom le produit de l'action réciproque de l'alcool et des acides. Leur nature différente les a fait depuis long-tems partager en trois genres. Dans le premier se trouvent compris ceux qui n'admettent dans leur composition aucune portion de l'acide qui a servi à les produire : ce sont les éthers *sulfurique*, *arsenique*, *phosphorique et fluoborique*. Comme ils sont tous de nature parfaitement identique, M. Chevreuil a proposé de les désigner sous un seul et même nom, celui d'*éther hydratique*.

Les éthers du deuxième genre sont formés de gaz hydrogène bicarboné et d'un hydracide. On en conte quatre : les éthers

hydrochlorique, bydrobromique, hydriodique et hydrocyanique; tous quatre sont formés de volumes égaux d'acide et de gaz oléfiant. Enfin les éthers du troisième genre sont formés d'éther sulfurique et de l'acide employé à leur préparation. Dans ce cas se trouvent tous les éthers formés par la réaction des acides végétaux sur l'alcool.

Parmi les éthers, il en est à peine deux qui soient employés dans les arts ou dans la médecine; aussi ne nous occuperons-nous spécialement que de ces deux espèces.

L'éther sulfurique est, sous tous les rapports, celui qui mérite le plus d'intérêt. Il se présente sous la forme d'un liquide incolore, très mobile, d'une odeur agréable, d'une saveur brûlante; il bout à 35°,6 centigrades, et produit un froid très vif en s'évaporant. La densité de l'éther liquide est de 0,7119, à + 24°,77; celle de sa vapeur est de 2,586. Il est extrêmement inflammable et brûle avec une flamme fuligineuse. Une température rouge le décompose de la même manière que les autres matières organiques; l'action prolongée de l'air le convertit, en grande partie au moins, en acide acétique.

La vapeur d'éther se répand très promptement à une assez grande distance dans l'atmosphère, et la rend inflammable; aussi est-il toujours dangereux de transvaser ce liquide dans un lieu où il existe quelques corps en ignition. De l'oxigène ainsi saturé de vapeur d'éther détonne avec violence par le choc électrique. M. Th. de Saussure s'est servi de ce moyen pour déterminer avec exactitude le rapport des parties constituantes de l'éther.

Parmi les corps simples, il en est peu qui aient de l'action sur l'éther; le chlore en a cependant une très prononcée. Lorsqu'on verse une très petite quantité d'éther dans un flacon rempli de chlore sec et pur, il se produit d'abord une vapeur blanche un peu lourde, qui est bientôt suivie d'une forte détonnation avec flamme; on voit se déposer une matière charbonneuse : il se forme de l'acide carbonique, et très probablement aussi des *éthers chlorique* et *hydrochlorique*.

Lorsqu'on agite pendant quelque temps de l'eau avec de l'é-

ther rectifié, il y a une légère action réciproque qui se limite à une simple solution; l'eau en retient environ un dixième de son poids, et l'éther de son côté absorbe un peu d'eau, mais en proportion bien moindre. Ces deux solutions se séparent très bien; elles se partagent, par le repos, en deux couches distinctes: l'éther aqueux, comme plus léger, vient occuper la partie supérieure. Quelques praticiens lavent ainsi l'éther sulfurique pour le dépouiller d'un peu d'éther acétique qu'il contient ordinairement, et qui alors reste dans l'eau, en raison de la plus grande solubilité dont il jouit. L'alcool dissout l'éther en toute proportion; mais quand on ajoute de l'eau à ce mélange, elle s'unit à l'alcool, et l'éther surnage.

L'acide sulfurique n'a pas d'action sensible à froid sur l'éther sulfurique; mais lorsqu'on fait chauffer ces deux corps réunis à parties égales, l'ébullition se manifeste à 55° environ, et, d'après M. Boullay, la liqueur se noircit aussitôt; de l'huile douce, de l'eau et de l'acide acétique se volatilisent, et il se dégage en même temps du gaz acide sulfureux, de l'acide carbonique et de l'hydrogène percarburé. Les phénomènes qui se passent dans cette réaction sont tout-à-fait semblables à ceux qui se manifestent sur la fin de l'opération de l'éther, et nous en rendrons compte en traitant de celle-ci.

L'éther dissout le chlorure d'or, et il s'en charge même d'une assez grande quantité pour devenir plus pesant que l'eau. On a proposé l'emploi de cette solution éthérée pour la dorure du fer et de l'acier; on peut, par ce moyen, revêtir ces métaux d'une pellicule d'or excessivement mince, suffisante cependant pour les préserver de la rouille, et sans nuire en aucune façon aux autres propriétés. Ce résultat a été constaté; mais il serait susceptible d'un si grand nombre d'utiles applications, que cela mérite à tous égards de fixer de nouveau l'attention. On prévoit, par exemple, tout le parti que la chirurgie pourrait tirer d'un semblable moyen pour la conservation de ses instrumens les plus délicats, qu'il est si difficile de garantir de la rouille dans quelques circonstances, et surtout à bord des vaisseaux.

Le deutochlorure de mercure et celui de fer sont également

susceptibles de se dissoudre dans l'éther; mais le premier ne tarde point à se décomposer, surtout à l'aide du concours de la lumière. L'éther devient très acide au bout de fort peu de temps, et il y a, d'après M. Vogel, précipitation de protochlorure et de carbonate de mercure. Le médicament connu sous le nom de *teinture de Betsucheff* est une simple solution de deutochlorure de fer dans l'éther sulfurique.

L'éther est un des meilleurs dissolvans qu'on puisse employer pour les matières grasses, les substances résineuses et les huiles essentielles, et sous ce rapport il est infiniment préférable à l'alcool, parce que son action est en quelque sorte beaucoup plus exclusive; aussi est-il devenu un des agens les plus précieux de l'analyse végétale. En général, ces deux véhicules dissolvent les mêmes substances, mais avec cette différence que l'éther les isole davantage des autres produits congénères, tandis que l'alcool admet, à leur faveur, plusieurs substances qui ne s'y dissoudraient pas sans eux, et l'on obtient ainsi des résultats beaucoup moins nets.

L'éther sulfurique dissout aussi le caoutchouc, après l'avoir toutefois ramolli dans l'eau bouillante. Dans les arts, on a mis cette propriété à profit pour dissoudre la résine élastique et l'étendre sur différens tissus.

La préparation de l'éther est simple et ne présente aucune difficulté; mais elle exige quelques précautions que nous allons indiquer. On commence par mélanger à parties égales l'acide sulfurique ordinaire à 66° de l'aréomètre de Baumé, et l'alcool rectifié à 36°. Telles sont les proportions qu'on a fixées dès l'origine, et auxquelles on a toujours été obligé de revenir. L'expérience a démontré qu'il fallait nécessairement rester dans ces limites, même pour les degrés de concentration de l'alcool et de l'acide. Le mélange de ces deux corps, surtout si l'on agit sur une masse un peu considérable, nécessite quelques précautions en raison de la chaleur qui se développe par suite de leur union intime, chaleur qui souvent devient assez forte pour déterminer la rupture des vases, et même quelquefois des accidens plus graves encore. Pour éviter donc que l'élévation de température

soit trop rapide, on commence par mettre dans une dame-jeanne en grès tout l'alcool qu'on veut convertir en éther ; puis on y ajoute par portion une certaine quantité d'acide sulfurique, 500 grammes par exemple, en supposant qu'on agisse sur une vingtaine de litres d'alcool. On imprime un mouvement giratoire à la bouteille de grès ; on continue les additions successives d'acide, et toujours avec la même précaution d'agiter fortement à chaque fois, afin que le mélange se fasse exactement. On ne cesse que quand on s'aperçoit que la chaleur devient trop forte ; alors on laisse quelques heures en repos, puis on recommence, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la presque totalité de l'acide soit ajoutée. On en réserve quelques livres pour réchauffer le mélange au moment où l'on procédera à la distillation.

D'autre part, on dispose un appareil composé d'une cornue de capacité proportionnée à la quantité de mélange, d'une allonge et d'un matras à long col tubulé. La cornue doit être placée, avec les précautions convenables, sur un bain de sable, et le ballon dans un baquet. On adapte à ce ballon un siphon, dont l'une des branches plonge jusqu'au fond de sa capacité, et dont l'autre vient extérieurement communiquer avec un flacon vide et entouré d'un linge mouillé. On assujettit le ballon au moyen de cordes qu'on fixe au baquet, afin d'empêcher qu'il ne puisse être soulevé par l'eau ; puis on ajoute la dernière portion d'acide dans le mélange, et on verse le tout immédiatement dans la cornue, en ayant la précaution de ne pas la remplir entièrement, et de réserver environ un pouce avant la naissance du col. On adapte à la tubulure de la cornue un tube en S, dont la branche intérieure, qui doit plonger jusqu'aux deux tiers de la hauteur du liquide, est terminée en pointe presque capillaire. Ce même tube porte, à l'extrémité de sa branche extérieure, un entonnoir. Aussitôt que le mélange est introduit dans la cornue, on commence le feu, puis on l'augmente progressivement, et on le retire tout-à-fait dès qu'on voit se manifester un léger frémissement, et qu'on aperçoit de très petites bulles qui crèvent à la surface, comme dans une effervescence. Alors le bouillon s'établit peu à peu et sans aucun tumulte ; ce qui n'aurait pas eu lieu si l'on eût conti-

né le feu, à moins cependant qu'on n'opère sur une très petite uantité de mélange. Lorsque le bouillon est bien décidé et que distillation est en bon train, on remet un peu de feu, et on le utient ensuite de manière à maintenir une ébullition réguere. Comme l'appareil est parfaitement clos, et que toute comunication à l'extérieur est interrompue, il en résulte que quand se développe un peu plus de vapeurs que de coutume, la dilation intérieure qui a lieu refoule le liquide condensé, et le fait rtir par le siphon, en telle sorte qu'on peut, à l'aide de cette sposition, fractionner les produits autant qu'on le désire.

Il est inutile d'observer que le ballon doit toujours être égament recouvert d'eau, et qu'on doit l'entretenir au même deé de refroidissement pendant toute la durée de l'opération.

Lorsqu'on a recueilli environ un litre de produit dans le flan récipient, on ajoute par le tube en S même proportion d'esit de vin. Cette addition une fois commencée, ne doit plus re interrompue, jusqu'à ce qu'on ait mis toute la quantité néssaire, si l'extrémité du tube est effilée convenablement, parce ue, l'alcool ne s'écoulant qu'avec beaucoup de lenteur, le méage n'est pas sensiblement refroidi, et que l'éther se produint à très peu près dans le même rapport, le mélange de la rnue se trouvera toujours dans les mêmes proportions d'acide d'alcool; ce qui donne les conditions les plus favorables.

Lorsque tout l'esprit de vin est ajouté, c'est-à-dire lorsqu'on a versé une quantité égale à celle primitivement mélangée ec l'acide, alors on abandonne, pour ainsi dire, l'opération à e-même, ou du moins on se contente d'y soutenir le feu enre pendant quelques heures; et nous observerons, en général, e pour que cette opération soit bien gouvernée, il convient de re le mélange, et de disposer l'appareil la veille, afin de pour la mettre en train et la terminer avant la nuit. Toutefois, on doit cesser le feu que quand on aperçoit d'abondantes vairs blanchâtres qui troublent la transparence des vases, les auffent beaucoup, et qu'on ne peut les condenser. A cette que on voit paraître dans l'allonge de petites gouttelettes d'un uide jaunâtre, qui s'écoulent sur les parois sans se mêler au

reste du produit. Arrivé à ce point, il est inutile de pousser loin; la chaleur du fourneau suffit seule pour produire le d'éther qui reste à obtenir.

Nous avons dit qu'on pouvait avec cet appareil fracti les produits autant que bon semblerait, et c'est un soin qu'il nécessairement avoir, surtout par rapport aux dernières tions; autrement on éprouverait beaucoup de peines à obt un éther bien suave. On partage ordinairement en trois port la totalité des produits; on met de côté la première, com étant trop peu éthérée et ne contenant presque que de l'alc qui s'est volatilisé avant d'avoir subi la réaction de l'acide su rique; celle-là est réservée pour un nouveau mélange. deuxième, qui est la plus considérable et aussi la plus pure, celle qu'on rectifie immédiatement. Pour y parvenir, on y aj un sixième environ de sous-carbonate de potasse bien se pulvérisé. Ce sel est destiné à s'emparer d'un peu d'eau, d'a sulfureux et d'huile douce, que l'éther peut contenir. On agi diverses reprises, et lorsque l'éther a acquis une odeur parfa ment douce, alors on procède à la rectification, qui doit s'op dans un appareil tout-à-fait semblable au précédent, si l'on excepte cependant le tube en S, qui devient inutile : il fau toute nécessité que tous les vases qui le composent soient d' propreté extrême. On chauffe très doucement. On recueill deux tiers de la quantité mise en distillation, et l'on obtient un éther parfaitement pur, qui doit porter 60° à l'aréomètr Baumé, et qui posséde d'ailleurs toutes les qualités que nous avons assignées dans le commencement de cet article.

Le résidu de la rectification se réunit au troisième produi la première opération, dont on a toutefois séparé la por aqueuse, qui forme une couche distincte, et qui n'est a que de l'acide sulfureux liquide; on réunit, dis-je, ces produits, et on les met de nouveau et pendant plusieurs j à macérer sur le sous-carbonate de potasse qui a servi à la cédente opération; mais on y ajoute un peu d'eau et de l' de manganèse en poudre fine. Le but principal est ici d'enl l'acide sulfureux qui y existe en assez grande quantité, et

la présence facilite la volatilité de l'huile douce. La combinaison de cet acide avec l'oxide de manganèse a donné lieu à un développement de chaleur si considérable, que si ces corps sont mis en contact sans aucune précaution, il arrive souvent que le liquide entre en ébullition, et il se produit alors une telle expansion de vapeurs, que cela peut occasionner la rupture des vases. On prévient cet inconvénient en n'ajoutant le manganèse que par petites portions, et en mélangeant une certaine quantité d'eau, qui devient nécessaire non seulement pour éloigner les points de contact, mais encore pour dissoudre le sulfate ou l'hyposulfate de manganèse, à mesure qu'il se forme. On a soin en outre de maintenir, dans un baquet plein d'eau froide, le flacon où se produit cette réaction. Lorsque l'odeur de l'acide sulfureux est tout-à-fait dissipée, on sépare, à l'aide d'un entonnoir, la couche supérieure d'éther, qui n'est plus altéré que par un peu d'huile douce, et il ne reste alors qu'à distiller pour isoler l'éther. L'huile ainsi privée d'acide sulfureux est devenue parfaitement fixe, et elle reste dans la cornue. Cet éther, quelque soin qu'on prenne, ne vaut jamais le précédent, et il doit être réservé pour les besoins des arts.

Éther acétique. L'éther acétique est un liquide incolore et diaphane comme le précédent, mais beaucoup plus dense et moins inflammable; il pèse 0,866 à 7° centigrades, l'eau étant 1. Il bout à 74° sous la pression ordinaire de 0m,75; son odeur lui est spéciale; elle est moins pénétrante que celle de l'éther sulfurique, et l'on y distingue quelque chose de celle de l'acide acétique; il est sans action sur la teinture de tournesol; l'eau le dissout en assez grande proportion: il en exige de 6 à 7 parties à la température ordinaire. Ainsi délayé et mis en contact avec la moitié de son poids de potasse caustique, il subit une complète décomposition; et, en soumettant ce mélange à la distillation, l'on obtient d'une part de l'alcool dans le récipient, et de l'autre de l'acétate de potasse qui reste dans la cornue. L'alcool le dissout en toute proportion. Il prend feu lorsqu'on approche de sa surface un corps enflammé, et il brûle avec une flamme

d'un blanc jaunâtre. Une partie de l'acide acétique qu'il contient se régénère pendant sa combustion.

On a publié un grand nombre de procédés pour préparer l'éther acétique ; le plus anciennement connu est celui qu'on attribue au comte de Lauraguais, et qui consiste à distiller, puis recohober, à diverses reprises, un mélange à parties égales d'alcool et d'acide acétique, l'un et l'autre très concentrés. Après trois ou quatre recohobations, le produit qu'on obtient est encore acide ; mais en le rectifiant sur un peu de sous-carbonate de potasse pulvérisé, il présente tous les caractères que nous venons d'attribuer à l'éther acétique le plus pur. Ce procédé est trop long et trop dispendieux pour être appliqué en fabrique. On trouve une grande économie de temps et de dépenses en ajoutant un peu d'acide sulfurique au mélange. On met 17 parties sur 100 d'alcool rectifié, et 63 d'acide acétique concentré.

M. Liébig donne la préférence au procédé suivant : il distille un mélange de 16 parties d'acétate de plomb anhydre, de 5 parties d'acide sulfurique concentré et de 4 1/2 parties d'alcool absolu ; il agite l'éther impur avec une dissolution de carbonate de soude pour lui enlever la petite quantité d'acide sulfureux qui s'y trouve mélangée, et alors, sans laver davantage le liquide avec l'eau, il le sépare de l'eau et de l'alcool, en le mettant en digestion avec du chlorure de calcium. L'éther acétique surnage et peut être facilement décanté. R.

Théorie de l'éthérification (extrait d'un mémoire de M. Dumas ayant pour titre : *Considérations générales sur la composition des matières organiques*. Journal de Pharmacie, mai 1834).

Cette théorie embrasse des faits si nombreux et si dignes d'attention, que nous allons en offrir ici un résumé concis :

1°. L'alcool, d'après son analyse et sa densité de vapeur, se représente par un volume de vapeur d'eau et un volume d'hydrogène bicarboné.

2°. Traité à chaud par l'acide sulfurique concentré, il fournit l'éther sulfurique, qui se représente par deux volumes d'hydrogène bicarboné pour un de vapeur d'eau.

3°. Les hydracides, en agissant sur l'alcool, forment des composés éthérés qui se représentent par des volumes égaux d'hydrogène bicarboné et d'acide, *sans eau.*

4°. Les oxacides produisent avec l'alcool des composés éthérés dans lesquels l'analyse indique quatre volumes d'hydrogène bicarboné, un équivalent d'acide et deux volumes ou un équivalent d'eau.

5°. En traitant ces derniers éthers par les alcalis, l'acide qu'ils renferment en est saturé, et les élémens restans fixent deux volumes d'eau, de manière à régénérer l'alcool.

6°. L'acide sulfurique mêlé à l'alcool produit immédiatement un composé acide, où l'analyse indique pour deux équivalens d'acide quatre volumes de gaz hydrogène bicarboné et quatre volumes de vapeur d'eau. C'est l'acide *sulfovinique*, dont la capacité de saturation est précisément égale à la moitié de celle de l'acide sulfurique qu'il renferme.

7°. En distillant l'acide sulfurique avec des doses convenables d'alcool, on produit un composé neutre, qui est représenté par quatre volumes de gaz hydrogène bicarboné, un équivalent d'acide sulfurique et un volume ou demi-équivalent d'eau.

Outre ces combinaisons ou réactions principales, il en est beaucoup d'autres qui ne peuvent rien changer à la théorie déduite de celles-ci, et qui ne méritent pas une mention spéciale.

Dans cette théorie, on admet que le gaz hydrogène bicarboné joue le rôle de base à la manière de l'ammoniaque. On s'explique alors d'une manière fort simple les faits cités plus haut, qu'il serait difficile de grouper autrement, à ce qu'il paraît, puisque, depuis plusieurs années, on a vainement essayé de le faire. Voici l'ensemble des composés auxquels cette théorie s'applique (1).

---

(1) Nous ajoutons ici les équivalens correspondant aux formules atomiques que M. Dumas a seules mentionnés dans son Mémoire.

NOMS.	ÉQUIVALENS.	ATOMES.
Hydrogène bicarboné. . . .	C^4H^4.	C^8H^8.
Liqueur des Hollandais. .	C^4H^4, Cl^2.	C^8H^8, Cl^4.
Ether sulfuriq.	C^4H^4, HO.	C^8H^8, H^2O.
Alcool.	C^4H^4, H^2O^2.	C^8H^8, H^4O^2.
Ether hydrochlorique. . .	C^4H^4, HCl.	C^8H^8, H^2Cl^2.
Ether hydriodique.	C^4H^4, HI.	C^8H^8, H^2I^2.
Ether oxalique	C^4H^4, C^2O^3, HO.	C^8H^8, C^4O^3, H^2O.
Ether nitreux.	C^4H^4, NO^3, HO.	C^8,H^8, N^2O^3, H^2O.
Ether acétique.	$C^4H^4, C^4H^3O^3$, HO.	$C^8H^8, C^8H^6O^3, H^2O$.
Acide sulfovinique.	$C^4H^4, 2.SO^3, H^2O^2$.	$C^8H^8, 2.SO^3, H^4O^2$.
Sulfovinate de baryte.	$BaOSO^3 + C^4H^4, SO^3, H^2O^2$	$BaO\,SO^3 + O^8H^8, SO^3, H^4$(
Acide éthionique.	$C^4H^4 2.SO^3$, HO.	$C^8H^8, 2.SO^3, H^2O$.
Ethionate de baryte.	$BaO\,SO^3 + C^4H^4, SO^3$, HO.	$BaO\,SO^3 + C^8H^8, SO^3 + H^4$
Acide iséthionique.	$C^4H^4, 2.SO^3$, HO.	$C^8H^8, 2.SO^3, H^2O$.
Iséthionate de baryte.	$BaO\,SO^3 + C^4H^4, SO^3$, HO.	$BaOSO^3 + C^8H^8, SO^3, + H^4$
Acide phosphovinique. .	C^4H^4, PhO^5, HO.	C^8H^8, PhO^5, H^2O.
Phosphovinate de baryte. . .	$2.BaO + C^4H^4 + PhO^5$, HO.	$2.BaO + C^8H^8, PhO^5, H^2O$.

A côté de cette théorie, que les auteurs (MM. Dumas e Boullay) ont proposée, ils en avaient énoncé une autre, qui con siste à supposer que l'éther sulfurique est lui-même une base c'est-à-dire un oxide d'un hydrogène carboné, qui n'est pas en core connu à l'état libre ; mais alors, pour représenter les com binaisons précédentes, il faut faire intervenir tantôt $C^4 H^4$ tantôt le radical inconnu $C^4 H^5$, ce qui complique et embarrass le point de vue, sans aucune garantie de plus, relativement à l réalité de la conception.

M. Berzélius, qui a récemment fait revivre cette dernière hy

hèse, va plus loin encore. Il regarde l'alcool, non plus comme hydrate d'hydrogène carboné ou d'éther, mais comme un de d'un hydrogène carboné distinct. L'alcool devient alors I^3O en équivalens ou en atomes, $C^4 H^6 O$. Mais dans cette nière de voir, l'acide sulfovinique $C^4H^6O + So^3$ serait un com-é neutre, et les sulfovinates neutres $BaO\ SO^3 + C^8H^{12}O^2$, seraient des sels sesquibasiques, ce qui paraît difficile à ad-ttre, quand on voit que le premier de ces corps est un acide énergique, et que les sels qu'il produit sont d'une parfaite tralité. Cette modification, à la seconde théorie, étant écar-, il reste toujours au moins à choisir entre elle et la première, squ'à la rigueur, elles représentent l'une et l'autre les faits nus.

i on prouve que ces deux théories ne sont au fond que des iantes de la même, on aura singulièrement simplifié la ques-. C'est, il me semble, ce que la comparaison suivante met rtant hors de doute :

	ATOMES.	
mmoniaque	N^2H^6	N^2H^6.
hlorate d'ammoniaque	N^2H^6, Cl^2H^2	N^2H^8, Cl^2.
driodate d'ammoniaque	N^2H^6, I^2H^2	N^2H^8, I^2.
itrate d'ammoniaque	N^2H^6, N^2O^5, H^2O.	$N^2H^8, O + N^2O^5$.
fate d'ammoniaque	N^2H^6, SO^3, H^2O	$N^2H^8O + SO^3$.

eci posé, je crois qu'on ne peut éviter d'en tirer les consé-nces suivantes :

i l'ammoniaque est une base formant des sels anhydres avec hydracides, et des sels hydratés avec les oxacides, il en est même de l'hydrogène carboné; si, au contraire, l'hydrogène boné ne devient base qu'à l'état d'éther, l'ammoniaque ne de-t base, à son tour, qu'à l'état d'oxide.

u lieu de faire subir cette révolution aux sels ammoniacaux, Dumas, dans le mémoire cité, préfère leur laisser la forme laquelle on les considère ordinairement, en y accommodant combinaisons de l'hydrogène bicarboné.

. Liébig ne partage pas l'opinion de M. Dumas. Dans un moire sur les éthers, inséré dans les Annales de chimie et de

physique, février 1834, il considère l'éther comme l
oxide d'un radical composé, C^4H^5, comme étant
quent ($C^4H^5 + O$). Il désigne ce radical particul
sous le nom d'*éthyle*, et il donne les formules sui
l'expression de ses combinaisons :

	ÉQUIVALENS.
E = radical de l'éther ou éthyle. = C^4H^5.	
$E + O$	= Éther.
$EO + HO$	= L'hydrate (alcool).
$E + Cl$	= Le chlorure (éther hydrochloriq
$E + J$	= L'iodure (éther hydriodique).
EO, C^2O^3	= L'oxalate (éther oxalique).
$EO + NO^3$	= Le nitrite (éther nitrique).
$EO + C^4H^3O^3$	= L'acétate (éther acétique).
$(EO + HO) = 2.SO^3$	= Acide sulfovinique, etc., etc.

Depuis la publication de ces deux mémoires, MM
Péligot ont soumis à une nouvelle analyse l'esprit
sont arrivés à cette conséquence remarquable, que ce
ritueux, que l'on obtient par la distillation des pro
génés du bois, est un véritable alcool, susceptible de
toutes les combinaisons correspondantes à celles de
dinaire; c'est-à-dire de former des éthers, soit ave
végétaux, soit avec les acides minéraux, de produire d
acides phosphovinique et sulfovinique, etc., etc.

Sa formule atomique est C^4H^4,H^4O^2; elle co
4 vol. de sa vapeur, qui pèse 1,11. Il contient, d'
moitié moins d'hydrogène bicarboné, et autant d'e
cool ordinaire. Qnand on le traite par quatre fois so
cide sulfurique, il produit un gaz éthéré, ayant pc
C^4H^4,H^2O correspondant à 2 vol. de sa vapeur, et
l'*éther sulfurique du nouvel alcool*, et qui offre cel
quable qu'il a exactement la même composition q
l'alcool ordinaire.

Traité par l'acide sulfurique et le chlorure de sodi
de bois fournit un nouvel éther hydrochlorique, par
phosphore, un nouvel éther hydriodique = C^4H^4, I^2]

Avec l'acide oxalique et l'acide sulfurique, il donne un éther ..lique C^4H^4, C^4O^3, H^2O, facilement cristallisable.

Avec l'acide sulfurique, l'esprit de bois et la baryte, on obtient beau sel cristallisant en table carrées, qui correspond au sul..inate de baryte.

MM. Dumas et Péligot ont observé, en outre, que l'huile de .. pesante n'est pas, comme on l'avait cru jusqu'ici, un sulfo..nate neutre d'hydrogène carboné et d'éther, mais bien un sul..te neutre d'éther sulfurique, c'est-à-dire le véritable éther ..lfurique rentrant dans les éthers de la troisième classe, les..ïels sont formés d'oxacides et d'éther sulfurique.

M. Mitcherlich a ajouté, de son côté, un fait fort important à ..s connaissances sur les phénomènes si compliqués de l'éthé..fication, et ce fait semble devoir détruire l'opinion que l'on s'é..it faite jusqu'ici du rôle de l'acide sulfurique que l'on suppo..it n'agir sur l'alcool que par affinité pour l'eau que celui-ci ..ntient. Il a vu qu'en exposant à une certaine température un ..élange d'alcool, d'eau et d'acide sulfurique, on obtient un li..ide distillé dans lequel on trouve de l'éther sulfurique et *de ..au*, et qu'il est possible, avec certaines précautions, de pro..dre indéfiniment de l'éther avec le même acide sulfurique, ..ns que la densité de celui-ci change; ce qui prouve que ce n'est ..s en s'emparant de l'eau de l'alcool que l'acide sulfurique réa.. sur ce dernier liquide pour produire de l'éther. M. Mitcherlich ..tribue ces phénomènes à des actions de contact, dont la cause, ..explicable aujourd'hui, est sans doute de même nature que la ..composition si singulière de l'eau oxigénée par une foule de ..rps qui ne lui enlèvent et ne lui cèdent rien, que la décom..sition du sucre en alcool et en acide carbonique, sous l'in..ence d'une petite quantité de ferment, etc.

Les bornes de cet abrégé ne nous permettent pas de donner ..us d'étendue à cet article, bien que le sujet soit de la plus haute ..portance sous le rapport théorique, et qu'il nous reste en..re beaucoup de choses à ajouter ou à discuter sur l'éthéri..ation. P. ZZ.

ÉTUVE. On donne ce nom à une chambre close, dans laquelle l'air est entretenu à une température plus ou moins élevée. On confond souvent aussi, sous la même dénomination, les constructions disposées de manière à recevoir constamment un courant d'air chaud, et à laisser dégager le même air chargé d'humidité. Le but de ces dernières étant de faire dessécher les substances que l'on y tient exposées, nous renverrons leur description à l'article Séchoir. Nous croyons toutefois utile d'avertir en passant que l'on a souvent confondu les effets des étuves-séchoirs avec ceux des étuves proprement dites, et que ces dernières, appliquées à tort à la dessiccation des diverses substances, n'opèrent que très imparfaitement et avec une trop forte consommation de combustible le dessèchement qu'on se propose. En effet l'espace une fois *saturé* d'eau, à une température donnée, ne saurait plus en recevoir; le faible effet produit dans les étuves closes tient donc à des dégagemens d'air humide et des rentrées d'air extérieur, par quelques fissures, les joints des portes, etc.

Une étuve destinée à dessécher, ou plutôt un séchoir à air chaud, doit essentiellement permettre le renouvellement de l'air, recevoir l'air extérieur échauffé, et laisser dégager l'air humide qui y séjournerait inutilement; à l'aide de registres ou de soupapes, on peut, à volonté, accélérer ou ralentir la vitesse de ces courans, suivant que les substances mises au séchoir doivent fournir une plus ou moins grande quantité d'eau, ou être desséchées plus ou moins vite.

Les étuves véritables sont destinées à entretenir à une température plus ou moins haute diverses substances, telles que les cuves dans lesquelles la Fermentation s'opère, les œufs dont on veut opérer l'Incubation, les sirops desquels on veut obtenir le Sucre cristallisé régulièrement (*sucre candi*), les grandes formes, dites *pièces*, remplies de sucre impur, auquel la chaleur est nécessair pour déterminer la cristallisation et faciliter l'écoulement des masses rendues plus fluides, etc.

La forme d'un étuve peut varier de bien des manières ainsi que ses dimensions, suivant les localités et les substances que

l'on doit y mettre ; ces particularités sont indiquées à chacun des articles spéciaux ; nous ne pouvons donner ici que les principes généraux applicables dans tous ces cas.

On doit se proposer deux choses principales dans la construction d'une étuve : l'une, de produire la chaleur le plus économiquement possible ; l'autre, d'éviter les causes de déperdition. Les moyens d'obtenir l'air chaud ont été suffisamment indiqués dans les articles Calorifères et Chaleur, auxquels nous croyons devoir renvoyer, afin d'éviter des répétitions. Les pertes de chaleur ne peuvent avoir lieu que par les parois de l'étuve, les portes et les fenêtres. On évitera les déperditions par les parois, en construisant des murs épais ou même des cloisons minces, pourvu que celles-ci soient doubles, qu'elles enferment une couche d'air entre elles, et ne présentent aucune ouverture qui puisse y déterminer un courant d'air. Il sera bien d'éviter aussi l'humidité en élevant le sol de l'étuve au dessus des terres extérieures, et interposant sous le carrelage du *mâchefer*, ou tout autre corps peu hygrométrique, qui laisse des interstices ou qui soit peu conducteur du calorique, comme le charbon, les cendres, etc.

Les portes des étuves doivent être bien closes ; et afin d'empêcher l'air extérieur de s'introduire en grande quantité, et d'expulser une partie de l'air chaud lorsqu'on a besoin d'entrer dans l'étuve, il est utile de placer deux portes séparées par un assez long intervalle, pour que la première porte soit refermée avant que l'on ouvre la seconde.

Les déperditions de chaleur au travers des vitres des croisées sont très grandes, lorsque celles-ci n'ont pas de disposition particulière ; et quelquefois, dans la crainte de cette cause de refroidissement, on préfère se priver de fenêtres, et porter une lumière avec soi chaque fois que l'on entre dans l'étuve. Il est cependant facile de rendre les croisées tout aussi peu perméables à la chaleur que le reste des parois de l'étuve : pour y parvenir, on fera poser tous les carreaux de vitre doubles, en laissant entre eux l'intervalle de la plus grande partie des baguettes en bois dans lesquelles ils sont enchâssés ; il suffira, pour cela, de pratiquer sur les deux faces de la croisée une petite rainure semblable

à celle qui existe ordinairement sur la seule face où l'on pose les carreaux; on ajustera, dans chaque haie, deux croisées semblables, séparées par une distance plus ou moins grande, suivant l'épaisseur du mur en cet endroit.

Lorsque les objets que l'on doit mettre à l'étuve ne sont pas d'un volume très considérable, on dispose un bâti tout autour de la pièce, afin de pouvoir mettre plusieurs rangées les unes au dessus des autres, et de tirer ainsi parti de toute la place qu'offre l'étuve; on ménage seulement, au milieu, un passage libre qui permette à un homme d'aller poser et d'enlever les choses qui doivent séjourner un temps limité dans l'air chaud.

On maintient ordinairement un thermomètre de Réaumur ou centigrade dans les étuves, afin de pouvoir s'assurer que l'on atteint et que l'on ne dépasse pas la température reconnue utile. Il est rare que le succès de l'opération dépende de quelques degrés du thermomètre; aussi suffit-il, dans la plupart des cas, que la température de l'étuve soit toujours entre des limites de 5 ou 6 degrés du thermomètre. Mais, pour certaines opérations, il est absolument utile que les variations de température soient le moins fréquentes possible, et qu'elles n'excèdent pas 1 à 2 degrés : dans ce cas, les soins journaliers, et surtout ceux de nuit, seraient insuffisans; il faut que le degré de température soit réglé en l'absence de tout surveillant. On emploie, pour atteindre ce but, différens RÉGULATEURS. Ce sont en général des tiges métalliques, dont la dilatation, déterminée par un très faible excès de température, augmente assez la longueur pour faire ouvrir une issue à l'air trop échauffé de l'étuve, ou permettre accès à l'air, qui alimente la combustion dans le calorifère. Ce dernier moyen, appliqué d'une manière ingénieuse par M. Bonnemain à régulariser la combustion du charbon de bois, a parfaitement réussi dans l'application de la chaleur artificielle à l'INCUBATION artificielle. P.

EUDIOMÉTRIE. C'est l'art d'analyser les gaz. Les substances qui servent à ce genre d'analyse sont des moyens eudiométriques, et l'eudiomètre est un instrument inventé autrefois pour l'analyse de l'air atmosphérique, mais dont l'usage a été depuis étendu à celle de tous les gaz.

Le plus simple des eudiomètres consiste en un tube de verre de la longueur de o,^{m}22, dont le diamètre intérieur est de o,^{m}022, et l'épaisseur des parois de o,$_{m}$005, ouvert par son extrémité inférieure, et fermé à son extrémité supérieure par un bouchon en fer ou en cuivre fortement mastiqué, et traversé par une tige de même métal, terminée par une boule : un fil de fer ou de cuivre tourné en spirale, de la longueur du tube de verre, et terminé à sa partie snpérieure par une boule, s'appuie contre les parois de l'eudiomètre. La boule doit être distante de quelques millimètres seulement de celle de la tige métallique.

Quand on opère sur le mercure, on se sert de l'eudiomètre, dont les garnitures et la tige sont en fer. Celui qui est garni en cuivre n'est employé que dans les expériences qui se font sans l'eau. Cette précaution est indispensable, parce que l'eau rouillerait le fer, et le mercure attaquerait le cuivre.

En général, on commence par remplir l'eudiomètre du liquide, au milieu duquel on opère ; on y fait passer, à l'aide d'un petit entonnoir, un volume déterminé des gaz que l'on soumet à l'expérience, puis on approche de la boule extérieure, soit le crochet d'unc bouteille de Leyde, chargé d'électricitré, soit le plateau supérieur d'un électrophore électrisé, à la distance exigée pour l'explosion. L'étincelle passe dans l'intérieur du tube, et enflamme le mélange. Il ne s'agit plus que d'examiner le résidu gazeux, et d'en mesurer la quantité.

Nous ne parlerons ici que d'un petit nombre d'analyses eudiométriques dont la connaissance peut être utile dans les arts.

Analyse de l'air ou d'un mélange d'oxigène et d'azote. Une foule de corps ont une affinité plus ou moins grande pour l'oxigène, et sont susceptibles de former avec lui des composés solides ou liquides, tandis que l'azote ne se combine directement avec aucun. Tous ces corps peuvent être employés pour analyser l'air; mais celui qui donne les résultats les plus exacts est, sans contredit, l'hydrogène. Deux volumes de ce gaz se combinent avec un volume d'oxigène pour former de l'eau. Il faut éviter que l'un des gaz soit un très grand excès par rapport à l'autre, car, dans ce cas, la combinaison serait nulle, ou tout au moins

incomplète. MM. Gay-Lussac et Humboldt se sont assurés que l'étincelle électrique ne pouvait enflammer un mélange de 1 vol. d'hydrogène et de 16 vol. d'oxigène. On introduit donc dans l'eudiomètre 100 volumes d'air et 100 vol. d'oxigène, mesurés avec le plus grand soin; on excite un courant électrique à travers le mélange, on attend quelques instans pour que l'appareil revienne à la température initiale, et on mesure le résidu gazeux. La différence entre la première lecture et la deuxième indique le volume de l'absorption; on divise ce volume par 3. Le quotient indique le volume de l'oxigène que contenait le mélange gazeux soumis à l'analyse, car l'eau est toujours formée de 2 vol. d'hydrogène et de 1 vol. d'oxigène, comme nous l'avons dit plus haut. Ce moyen eudiométrique réussit toujours pour l'analyse de l'air atmosphérique, de manière à ne rien laisser à désirer. Il réussirait également avec tout autre mélange d'azote et d'oxigène, pourvu que la quantité d'hydrogène ajouté fût en excès à celle qui est nécessaire pour absorber tout l'oxigène.

Analyse d'un mélange d'hydrogène et d'azote. On opère de la même manière que pour l'analyse de l'air, avec ces différences : 1° qu'au lieu d'un excès d'hydrogène, c'est un excès d'oxigène qu'il faut introduire dans l'eudiomètre; 2° que les deux tiers de l'absorption représentent la quantité d'hydrogène; le résidu gazeux est l'azote, dont il faut séparer toutefois l'oxigène non absorbé, par le moyen indiqué ci-dessus pour les mélanges d'oxigène et d'azote.

Analyse d'un mélange de gaz hydrogène et de gaz oxigène. On fait détonner dans l'eudiomètre 100 parties du mélange, après y avoir ajouté, si cela est nécessaire pour qu'il puisse s'enflammer, une quantité connue, soit d'hydrogène, soit d'oxigène, selon que l'un ou l'autre manque, si le résidu de la détonnation est de 28 parties, et que ce soit de l'hydrogène, il est certain que les 72 parties absorbées doivent être formées de 48 parties d'hydrogène et de 24 d'oxigène; que conséquemment le mélange était composé de 76 d'hydrogène et de 24 d'oxigène.

Le phosphore, à froid dans une cloche, au dessus du mercure, pourrait être employé, comme dans l'analyse de l'air,

pourvu que l'hydrogène fasse les 3 quarts du mélange, et que l'on humecte intérieurement les parois de la cloche.

Analyse d'un mélange de gaz hydrogène carboné et du gaz hydrogène. Introduire une quantité connue du mélange, et d'un excès d'oxigène dans l'eudiomètre à mercure, l'enflammer par l'étincelle électrique, mesurer le résidu, puis l'agiter avec une dissolution de potasse pour en séparer l'acide carbonique, et tenir compte du nouveau résidu, telle est la marche à suivre dans cette expérience. L'acide carbonique donne la quantité du carbone, et le second résidu, qui est l'excès d'oxigène, indique la quantité d'hydrogène contenu dans le mélange.

Si maintenant on suppose que le volume du mélange était de 100, celui de l'oxigène ajouté de 300,

Le premier résidu. 225
Le second résidu. 125
La quantité d'oxigène absorbée. 175
Et la quantité d'acide carbonique formé, 100,

on devra conclure de l'opération que les 100 parties du mélange étaient composées de 50 d'hydrogène percarboné et de 50 parties d'hydrogène. Mais comment est-on amené à cette conclusion? Pour le bien comprendre, il faut se rappeler : 1° que l'hydrogène percarboné résulte de deux volumes de vapeur de carbone et de deux volumes d'hydrogène condensés en un seul; 2° que 100 d'acide carbonique contiennent 100 de vapeur de carbone et 100 d'oxigène également condensés en un seul.

Cela posé, 50 d'hydrogène percarboné (moitié du mélange conclu) représentent 100 de vapeur de carbone et 100 d'hydrogène. Ces 100 d'hydrogène, réunis aux 50 du même gaz, constituant l'autre moitié du mélange, font le total de 150 absorbées pour former l'eau, par les 75 d'oxigène manquant au premier résidu; d'un autre côté, les 100 de vapeur de carbone ont absorbé les 100 parties d'oxigène manquant au deuxième résidu, pour former les 100 d'acide carbonique enlevés par la potasse.

Analyse d'un mélange de gaz hydrogène carboné et de gaz azote.

On procède à cette analyse comme à la précédente, en intro-

duisant dans l'eudiomètre 100 parties du mélange et 300 d'oxigène, et on les fait détonner. Si l'on suppose que l'absorption d'oxigène est de 60, que la quantité d'acide carbonique formé et enlevé par la potasse est de 120, qu'enfin le résidu composé de l'excès d'oxigène et d'azote renferme 40 de ce dernier (ce dont on s'assure en traitant ce résidu par le mode prescrit pour l'air atmosphérique), on doit conclure de cette opération que les 100 de mélange gazeux se composaient de 60 parties de gaz hydrogène percarboné et de 40 d'azote. En effet, 60 d'hydrogène percarboné représentent 120 de vapeur de carbone et 120 d'hydrogène ; or, l'on sait que les premiers, pour être changés en acide carbonique, exigent 120 d'oxigène ; et que les derniers en exigent 60 pour être convertis en eau ; d'où il suit que l'absorption totale doit être de 180 dans l'opération dont il s'agit, et avec les proportions que nous avons indiquées.

Analyse d'un mélange de gaz hydrogène et de gaz oxide de carbone.

Après avoir enflammé 100 parties du mélange et 300 parties d'oxigène dans l'eudiomètre à mercure, on a une absorption de 50 d'oxigène, et l'on enlève au résidu, par la potasse, 50 parties d'acide carbonique ; on en conclut que le mélange était formé de 50 d'hydrogène et de 50 d'oxide de carbone ; voici les motifs sur lesquels on fonde cette conclusion. On sait que le gaz acide carbonique représente un volume d'oxide de carbone égal au sien, et que ce dernier absorbe la moitié de son volume d'oxigène pour être converti en acide carbonique ; d'après cela, 50 d'oxide de carbone ont dû absorber ici 25 d'oxigène pour devenir acide carbonique ; mais l'absorption ayant été de 50, les 25 autres ont dû se combiner avec 50 d'hydrogène pour former de l'eau ; donc le mélange soumis à l'essai était formé de 50 de gaz hydrogène et de 50 d'oxide de carbone.

Les gaz peuvent être divisés en deux séries relativement à leur action sur la potasse.

Dans la première série sont rangés les gaz, qui, agités avec une

olution de potasse caustique, ne sont nullement absorbés par ɔxide ; ils sont au nombre de 9.

Oxigène.	Oxide de carbone.
Hydrogène.	Azote.
Hydrogène carboné.	Protoxide d'azote.
——— phosphoré	Deutoxide d'azote.
——— arseniqué.	

a deuxième série comprend tous les acides gazeux, savoir :

Carbonique.	Hydriodique.
Hydrochlorique.	Fluorique.
Sulfureux.	Fluoborique.
Hydrosulfurique.	

ı outre le chlore et ses oxides, l'hydrogène telluré, le cya- ène et l'ammoniaque.

es treize corps sont tous absorbés par la potasse caustique. Les de la première série sont les seuls dont les mélanges soient eptibles d'être enflammés par l'étincelle électrique, et par équent d'être traités dans des appareils eudiométriques. Aussi e de ces gaz dont nous avons dû spécialement nous occuper. ıant aux gaz de la seconde série, on se sert ordinairement loches ou d'éprouvettes en verre pour analyser les mélanges; es met en contact avec des corps qui, en raison de leur affi- pour un ou plusieurs de ces gaz, effectuent sa séparation des es.

: plus ordinairement ces corps sont l'eau, l'eau de chaux, le x, le mercure, l'acétate acide de plomb, les dissolutions de tc. Ainsi une petite quantité d'eau s'empare des gaz acides fluo- e, fluoborique, hydrochlorique, sans dissoudre sensiblement le carbonique; l'eau de chaux forme un sel insoluble avec ême acide, et des sels solubles avec les autres acides. Le x absorbe certains gaz, l'acide sulfureux, les acides hydro- ique et fluoborique ; le mercure s'empare de tout le chlore mélange. L'acétate acide de plomb convertit l'acide hydro- rique en eau et en sulfure de plomb insoluble ; enfin la dis-

solution de sulfate de fer absorbe complètement le deutoxi
d'azote.

L'analyse de ces gaz ne tenant point immédiatement à l'obje
que cet article concerne, mais se rattachant plutôt à l'histoi
générale des gaz et à celle de chaque gaz en particulier, où l'o
a pour but de les obtenir à l'état de pureté et d'en étudier le
caractères, nous y renvoyons nos lecteurs. L..r.

ÉVAPORATION (*Arts physiques*). C'est le nom qu'on don
au phénomène que présente un liquide qui se dissipe et passe
l'état de Vapeur : il a lieu, soit en abandonnant le liquide au
actions naturelles, soit en l'exposant dans le vide, ou à une tem
pérature élevée. Ce dernier procédé, si fréquemment usité da
les arts, ayant déja fait le sujet de notre article Ébullition, n
sera pas traité ici, et nous ne parlerons que de l'évaporatio
spontanée des liquides, et particulièrement de l'eau, qui, éta
répandue en très grandes masses sur la terre, joue un rôle pl
important dans tous les phénomènes.

On a long-temps cru que l'évaporation est due à une acti
chimique de l'air sur l'eau, qu'il y a une véritable dissolutio
Mais l'expérience prouve qu'il n'en est rien; que l'air n'a d'au
effet, dans cette opération, que de la retarder, loin de la fav
riser. La vapeur se produit également dans l'air et dans le vid
seulement, dans le premier cas, elle se crée peu à peu, tandis q
dans l'autre elle se développe presque instantanément; mais
qu'il importe de remarquer, c'est que le poids total de la vape
produite est le même dans ces deux cas.

Lorsque dans un vase où l'on a fait le vide, on a mis de l'ea
la vapeur se développe par la force expansive de la chaleur sur
liquide, cette vapeur exerce une *force élastique*, et l'on trou
qu'elle est capable de supporter une colonne de mercure dans
Manomètre. Dès que cette *tension* est égale à la force expansiv
le développement s'arrête, les deux forces sont en équilibre,
tant que la température ne varie pas, le manomètre indiq
toujours la même tension. Maintenant répétez l'expérience,
même vase étant rempli d'air sec, et par conséquent soutenant
dans le manomètre, le mercure à une hauteur dépendante de

ession, et vous verrez le mercure s'y élever, précisément au-essus de ce terme, de la même hauteur que dans la première périence : d'où il faut conclure que, quand un gaz et une va-r se mêlent sans se combiner, *chacun conserve la force élas-ue qui convient à sa température actuelle et au volume qu'on fait occuper.*

Et puisque dans la capacité d'un vase fermé, qu'il soit vide ou in d'air, l'eau cesse de s'y résoudre en vapeur aussitôt qu'il équilibre entre l'expansion du liquide et la tension de la va-r développée, on voit bien qu'il se forme toujours la même ntité de vapeur, que le vase soit vide ou plein d'air, à une ssion quelconque, pourvu que la température soit fixe, et on y introduise assez d'eau pour suffire au maximum de vapeur ible dans l'état des choses. Diminuez-vous l'espace en com-mant les parois du vase supposé flexible, ou de toute autre nière, toute la vapeur de la portion de volume supprimé se soudra en eau, pour que le volume restant contienne la même e de valeur qu'il contenait avant : car la tension faisant encore ilibre à la force expansive du liquide, doit rester la même, ce exige qu'elle soit en même quantité dans un espace égal. C'est qu'on exprime en physique, en disant que *la valeur ne se e pas comprimer.*

Dilatez-vous au contraire le vase pour accroître l'espace, de uvelle eau se réduira en vapeur pour compléter celle qui est cessaire pour que le volume précédent, pris dans l'espace oc-pé par le vase, contienne autant de vapeur qu'avant. Cela a même si le vase est plein d'air ; seulement la dilatation de air obéit à la loi de Mariotte. (*V.* Fluide.)

Il est bien entendu que nous supposons que le vase contienne ez de liquide pour suffire à cette évaporation : car, s'il n'y en it pas, la force élastique de la vapeur varierait aussi selon la de Mariotte.

Mais si vous élevez la température, la quantité de vapeur pro-e, comme on dit, à *saturer l'espace*, sera plus grande, et exi-a une nouvelle quantité d'eau ; à moins que cette source ne t tarie, car alors la vapeur acquerrait de la force élastique,

précisément comme ferait un gaz dilaté. Plus l'espace est éch plus il peut contenir de vapeur; et s'il n'y a pas assez de l pour saturer cet espace, soit que la vapeur existe seule c langée à un gaz, l'un et l'autre obéissent à la loi de Mariott la tension, et à celle de Gay-Lussac relative à la tempér c'est-à-dire qu'ils se dilatent de $\frac{1}{250}$ de leur volume à zéro chaque degré centigrade, et que le volume V passant d 100° devient 1,375 × V. (*V.* Fluide et Dilatation.) Dès q refroidi ou réduit l'espace au point d'être saturé, passé ce t ces lois ne subsistent plus que pour le gaz; la vapeur conser stamment la tension propre à sa température et au volume q occupe, et il se produit de l'eau aux dépens de la vapeur q cède celle de saturation, pour que cette vapeur soit r à n'avoir que la tension maximum qui convient à l'ét choses.

Tout espace qui ne contient pas la dose de vapeur néc pour le saturer, permet à de nouvelle eau de s'y vapo comme aussi lorsqu'on refroidit l'espace, la vapeur se précip gouttelettes d'eau, aussitôt que le point de saturation est a Tout cela est indépendant de la pression exercée par l'air qu être renfermé dans l'espace limité qu'on considère, pourvu laisse le temps à l'expérience de s'achever, le poids de v d'eau qui peut exister dans cet espace ne dépendant que tendue et de la température.

Chaque liquide développe un poids de vapeur particuli poids d'un volume de vapeur d'eau n'est que les *cinq huitiè* celui d'un égal volume d'air atmosphérique sec, ayant température et même force élastique. Un litre de vapeur à 100 degrés et sous la pression de 760 millimètres, pès grammes; tandis que, dans les mêmes circonstances, un litr pèse 1,299 grammes.

Un gramme d'eau pur donne un volume de vapeur à 10 à 1,6964 litres, exerçant la pression de 760 millimètres. U timètre cube d'eau devient ainsi 1696,4 centimètres cubes à-dire que l'eau, en se réduisant en vapeur à 100°, occupe lume presque 1700 fois plus considérable.

Le problème qu'il importe de résoudre pour appliquer la éorie de l'évaporation aux besoins des Arts, est d'assigner la esse avec laquelle elle se produit dans des circonstances con-es. La quantité d'eau évaporée dans un temps donné dépend la température de l'eau et de celle de l'air, de la quantité de peur déja existante dans l'atmosphère, de la pression baromé-que et de l'étendue superficielle du vase; enfin, l'agitation plus moins vive de l'air doit exercer une grande influence, puisque t mouvement imprimé à ce fluide, emportant les vapeurs à sure qu'elles se forment, *renouvelle l'espace* et facilite l'éva-ration. (*V*. VAPEUR, ÉBULLITION.)

l nous reste à traiter de la chaleur absorbée par l'évaporation. st certain que l'eau s'évapore à toute température; mais que partie de liquide qui entre en vapeur emporte avec elle calorique qui devient *latent*, ou plutôt *combiné*. Ce calorique t alors que dissimulé, car il reparaît aussitôt que, par une se quelconque, la vapeur se résout en eau. L'expérience a con-t MM. Clément et Désormes à ce théorème : *Sous une pression lconque, et à toute température, l'eau absorbe* 550 *degrés cen-ades dans son passage à l'état de vapeur*; ou, en d'autres mes, pour réduire en vapeur un poids d'eau déja élevé à 100°, ut développer une quantité de chaleur capable d'élever d'un ré un poids d'eau 550 fois plus considérable; et réciproque-t lorsque la vapeur se condense en eau, elle restitue les 550 rés de chaleur qui la constituaient fluide élastique. Cette cha-r, devenue sensible, peut être employée au chauffage des bains, ateliers, des chaudières (*V*. CHAUFFAGE A LA VAPEUR), puis-n kilogramme d'eau, ainsi revenue à l'état liquide, peut ner à l'ébullition 5 kilogrammes et demi d'eau à zéro, ou e fondre 8 kilogrammes et deux tiers de glace. D'après cela, conçoit aisément pourquoi la condensation des vapeurs dé-oppe une grande chaleur, tandis qu'au contraire un liquide hauffé qui s'évapore, se refroidit. M. Clément fait remarquer l'on ne gagne rien à vaporiser l'eau lentement, puisqu'en défi-ve la quantité de calorique absorbé est la même que si la vapo-ation eût été très rapide. FR.

EXCENTRIQUES (*Arts mécaniques*). Figures fermées, d
les points du contour sont à des distances inégales du centre
rotation. Tantôt c'est une ellipse, tantôt un cercle dont le cen
n'est pas sur l'axe, tantôt une autre courbe. L'objet qu'on a
vue est d'exercer une forte pression, comme dans la Press
Halette, ou de changer la rotation en va-et-vient, comme d
certains appareils de machine à vapeur; dans ce cas, on cher
d'abord l'amplitude du mouvement de va-et-vient qu'on veut
tenir. Cette amplitude est, comme dans la manivelle, double d
distance qui se trouve entre le centre B du cercle et le centre
l'arbre A sur lequel il est monté et fixé au moyen d'une clef.
courbe excentrique double et symétrique *abcd*, fig. 7, pl. 14,
tracée de manière à donner un mouvement de va-et-vient
forme, quand d'ailleurs le mouvement de rotation de l'axe
lequel il est monté est de cette nature. Cette courbe est emplo
dans les machines à filer par continu le coton, la laine, le lin,
soie. C'est elle qui, en imprimant aux barbins à travers lesq
passent les fils, un mouvement ascensionnel et descensionnel
forme, les fait envider également sur les bobines.

Pour tracer géométriquement cette courbe, on commence
en déterminer les point extrêmes *a* et *c*, par lesquels, et du p
A comme centre, on fait passer deux circonférences de cer
dont la distance *am* marque l'amplitude du mouvement de va-
vient. Partageant cette distance ainsi que la demi-circonfér
mnc en un certain nombre de parties égales, en huit par exem
et menant par chacun de ces points de division des circonfére
de cercles et des rayons, leurs intersections successives *i*, *k*, *l*, e
déterminent le lieu de la courbe à mouvement uniforme: car
supposant à l'axe sur lequel elle est fixée, un mouvement de
tation uniforme, le galet *p* s'élèvera en proportion, et parvie
à la position *m* en même temps que le point *c*. En continuant
mouvement, la descente du galet *p* aura lieu de la même mani
puisque les deux portions de la courbe sont symétriques.

C'est au moyen de cames dont la courbure est faite d'aprè
principe, qu'on fait soulever des pilons sans secousse, agir les
sailles des grandes forges, etc. E. M.

EXTRAIT, EXTRACTIF. Les anciens pharmacologistes ont signé par le nom d'*extrait* le produit de l'évaporation ménagée d'un suc végétal quelconque. Plus tard, on a étendu cette expression au produit de l'évaporation de toute macération ou infusion d'une substance végétale dans un véhicule approprié. De là distinction des extraits en *alcooliques*, *éthérés*, *aqueux*, etc., par suite celle d'extraits *gommeux*, *résineux*, etc.

Fourcroy est un des chimistes, parmi ceux de notre époque, qui s'est le plus occupé de ces sortes de produits. Il crut apercevoir que tous les extraits avaient pour base un principe commun; il le désigna sous le nom d'*extractif*, et lui assigna même un certain nombre de caractères distinctifs, tels que d'être soluble dans l'eau, et de la colorer en rouge brun plus ou moins foncé, suivant la proportion; de teindre en brun fauve les divers tissus alunés; s'oxigéner par son contact avec l'air, et de devenir alors insoluble; de donner de l'ammoniaque à la distillation, etc., etc. Mais prétendu principe immédiat, examiné de plus près, a été reconnu par plusieurs chimistes, et surtout par M. Chevreul, pour un véritable composé, dont les propriétés dérivaient tantôt l'un, tantôt de l'autre de ses élémens. L'*extractif* est donc désormais relégué au nombre des êtres imaginaires; mais on entend toujours par le mot *extrait* cet ensemble de substances qui ont pu se réunir en solution dans un même véhicule, et qu'on réduit, soit par la chaleur, soit par l'évaporation spontanée, à une consistance plus ou moins solide. On distingue des extraits mous et des extraits *secs*.

Les extraits *aqueux*, c'est-à-dire ceux qui résultent de l'action de l'eau sur une substance végétale, ou qui proviennent de l'évaporation d'un suc végétal quelconque, sont d'un usage beaucoup plus fréquent que les autres, et ce sont à peu près les seuls qui aient fixé l'attention des chimistes pharmacologistes, tant sous le rapport de leur nature que sous celui de leur préparation. Sous le premier point de vue, on conçoit qu'ils doivent être aussi variables que les végétaux qui les fournissent le sont eux-mêmes. En effet, certains contiennent de la gomme ou du sucre en très grande abondance, et n'exercent sur nos organes

que des effets salutaires, tandis que d'autres renferr
principes très énergiques et souvent délétères. Enfin, le
néralement, et lorsqu'ils sont bien préparés, ils possè
plus haut degré les propriétés principales du végétal qui l
duits, et c'est de là qu'ils tirent leur principal avantage p
sage médical : car ils offrent le moyen de concentrer sou
tit volume, et par conséquent d'exalter, pour ainsi dire à
l'action de principes qui, beaucoup plus délayés aup
manquaient d'énergie et restaient sans effet.

On voit par ce qui précède combien il devient essentiel
terminer sur ces corps, pendant leur concentration, aucun
d'altération ; et ce point a trop peu fixé jusqu'alors l'atter
pharmaciens. Nos devanciers recommandaient par des
d'apporter, dans la préparation des extraits, les plus grand
gemens pour l'évaporation du liquide surabondant. Peu d
ciens sont demeurés convaincus de l'utilité de cette méth
elle a été jusqu'alors bien rarement mise en usage. Cepen
acquiert chaque jour de nouvelles preuves de l'énorme di
qui existe entre le même extrait préparé à telle ou telle t
ture : souvent l'un devient absolument inerte, alors qu
conserve toute son efficacité ; et l'on peut, sans avoir rec
propriétés médicales, en acquérir une entière conviction
différence que présentent leurs caractères chimiques et
ques. Un suc filtré et évaporé dans le vide donne pour
un extrait parfaitement transparent, de même couleur
tensité près, que le suc lui-même, et entièrement solul
l'eau froide ; ce qui n'a jamais lieu pour les extraits prépa
le secours de la chaleur : ceux-ci acquièrent toujours u
leur brune plus ou moins foncée ; leurs principes, ainsi
au contact de l'air et soumis à l'action d'une températu
élevée, subissent quelque altération, réagissent assez fr
ment les uns sur les autres, se combinent parfois entre
donnent naissance à de nouveaux composés qui sont in
et ne jouissent plus d'aucune propriété. Les anciens ne c
saient point la méthode d'évaporation dans le vide ;
s'en rapprochaient autant qu'il leur était permis, en n'a

cours qu'à la douce température de l'étuve ou du bain-marie; ils obtenaient ainsi des extraits infiniment préférables à ceux qu'on prépare à feu nu.

Des expériences thérapeutiques récentes ont démontré de nouveau la grande différence qui existe entre des extraits produits par une sorte d'évaporation spontanée, et ceux qui résultent de l'action d'une chaleur soutenue. Une sordide cupidité, ou l'incurie la plus impardonnable, pourraient seules faire prévaloir une méthode aussi formellement réprouvée. Au reste, il est beaucoup plus aisé qu'on ne pourrait se l'imaginer au premier aperçu, d'obtenir des extraits par évaporation dans le vide : car non seulement il est possible, avec une seule machine pneumatique, de maintenir le vide sous un grand nombre de récipiens; et il suffit, en effet, pour cela, d'avoir plusieurs plateaux et des cloches à robinet, auxquelles on adapte successivement un même tuyau en plomb, qu'on met en communication avec la machine; mais il n'est même pas nécessaire, pour déterminer l'expulsion de la majeure partie de l'air contenu sous les récipiens, d'avoir recours à une machine pneumatique; on y réussira toujours très bien en y développant momentanément un peu de vapeur d'éther, d'alcool, ou même d'eau. On laisse le robinet ouvert tant qu'on juge à propos de maintenir le jet de vapeurs; on le ferme aussitôt que l'air est sorti; la vapeur se condense, et le vide est établi suffisamment pour cet objet. On conçoit qu'il ne faut mettre en émission que le moins possible de vapeurs; autrement on nuirait à l'effet qu'on veut produire. On pourrait encore, quoiqu'un peu plus lentement, obtenir les mêmes résultats en mettant tout simplement dans un coffre, bien construit et garni intérieurement de papier collé, des vases contenant de la chaux récemment calcinée ou bien de l'acide concentré, et leur superposant d'autres vases plus petits destinés à recevoir le liquide à évaporer. La quantité de vapeur qui se développe dans un espace donné est toujours la même, que cet espace soit vide ou qu'il soit rempli par un gaz quelconque; seulement, dans le premier cas, la vapeur se développe un peu plus promptement. R.

F.

FAIENCE (poteries à vernis opaque, presque généralement *stannifère*).

Nos étroites limites, et le besoin de condensation de notre texte, nous a fait réunir à l'article CÉRAMIQUE de ce Dictionnaire tous les principes, toutes les données générales de l'art des poteries diverses. Cependant (tom. II, pag. 211) nous avons annoncé quelques mots à dire sur cette sorte de poterie plus généralement connue sous le nom propre de faïence. C'est à cette variété qu'il faut spécialement rapporter ce qui a été dit de l'étymologie (pag. 184), et c'est sur la poterie à vernis opaque que s'est exercé le génie inventif et l'admirable persévérance de notre Bernard de Palissy.

Dans les vingt-cinq dernières années du siècle qui vient de s'écouler et les vingt-cinq premières de celui dans lequel nous sommes entrés, la faïence à couverte ou vernis opaque était tombée dans un grand discrédit, principalement dû aux mauvais procédés qui présidaient à cette fabrication. Les produits étaient lourds, l'émail ou couverte d'épaisseur inégale, onduleux, d'une teinte bleuâtre et blafarde : mais le défaut capital qu'elle offrait presque généralement, c'était le *tressaillement* de la couverte, causé par le peu d'accord dans la faculté de retraite de la masse pendant le refroidissement simultané de la pâte intérieure et du vernis. D'abord ce défaut était peu aperçu quand on commençait l'usage des vases ; la fissure était encore peu ou point visible ; mais bientôt les substances grasses et diversement colorées, s'infiltrant dans les *tressaillures*, en marquaient désagréablement l'existence. La surface du vase n'offrait plus qu'une apparence de carte géographique. On sent que de pareils produits ne pouvaient plus soutenir la concurrence avec la poterie façon anglaise, dite *terre de pipe* de Wedgwood. Cependant celle-ci, d'une légèreté si agréable et d'une couleur moins blême, est sujette (même dans les qualités supérieures) à de nombreux inconvéniens, dont la

faïence stannifère est exempte. La poterie façon anglaise n'a jamais dans sa couverte la dureté nécessaire : elle s'éraille et est attaquable par de nombreux agens de destruction et d'insalubrité. Il est d'ailleurs de sa nature de n'être jamais obtenue à aussi bon marché que la véritable faïence ; l'espèce des matériaux de la pâte, le travail considérable du broyage, du mélange et de la dessiccation, ne permettent pas une lutte économique avec l'emploi de terres marneuses, fortement colorées par le fer et le manganèse, qui durcissent promptement et considérablement à un bas feu. Dans la faïence opaque l'émail couvre tout.

Nous ne nous arrêterons pas aux explications qu'on a données de l'opacité des verres dans lesquels entrent l'oxide d'étain, le phosphate et le borate de chaux, etc., etc. Il est difficile d'adopter la théorie d'après laquelle on considère ces subtances comme simplement suspendues dans le verre alcalin et plombifère avec lequel elles sont associées. Tant d'observations nouvelles nous ont appris tant de choses récemment sur les propriétés de la lumière, qu'il paraît bien plus simple d'admettre que tel verre, quoiqu'offrant une combinaison parfaite et bien homogène, peut refuser passage à la lumière, et tel autre verre, dans des circonstances presque semblables, être traversé par elle.

Quoi qu'il en soit, les heureux travaux de plusieurs fabricans français ont, dans ces dernières années, amené la faïence à couverte opaque au point de perfection qui lui assure maintenant une vogue méritée ; on voit des services de table qui, par la légèreté, l'élégance des formes, l'éclat, la dureté et la nuance de l'émail, rivalisent avec la porcelaine blanche. Une légère addition de quelques ingrédiens (ce qui en effet était bien facile) a fait perdre à la faïence le coup d'œil blafard. On a mis d'accord la pâte et la couverte ; il n'y a plus de *tressaillure*. P....ZE.

FANAL (*Arts mécaniques.*) Appareil lumineux que l'on place sur les PHARES, à l'entrée des ports, pour éclairer et guider pendant la nuit les vaisseaux dans leur route.

Depuis quelques années, les appareils d'éclairage à l'usage des *phares* ont reçu de grandes améliorations, dues spécialement à M. *Bordier-Marcet*, qui a substitué aux anciens feux des lampes

à miroir parabolique. En 1807, des expériences comparatives furent faites au Havre, par ordre du gouvernement, pour constater l'utilité du système d'éclairage de M. *Bordier*. Le résultat de ces expériences fut que, à égalité de circonstances, le nouvel appareil, comparé à l'ancien, donne, pour l'intensité des lumières, le rapport de 5 à 4, et pour la quantité de combustible brûlé, le rapport de 2 à 9. Mais on a remarqué depuis que le nouveau système d'éclairage ne pouvait remplacer avantageusement l'ancien, qu'en formant avec ces réverbères des feux à *éclipse*, attendu qu'il résulte de la nature même de la surface paraboloïde, que les faisceaux lumineux, étant constamment parallèles aux axes de cette surface, laissent entre eux des parties angulaires dans lesquelles les observateurs ne reçoivent que peu ou point de lumière.

Ce motif a déterminé M. *Bordier* à adopter la méthode des fanaux *à éclipse* proposés précédemment par *Argand*. Un nombre déterminé de lampes à miroir parabolique est adapté à une plaque verticale tournante, à laquelle un rouage, disposé comme celui d'une horloge de clocher, communique le mouvement.

La plaque tourne régulièrement et complète toutes les révolutions en des temps égaux et déterminés ; elle présente la lumière du fanal avec tout son éclat lorsque le plan de la plaque se trouve dans une position perpendiculaire au rayon visuel de l'observateur ; puis la lumière diminue progressivement, s'annulle, reparaît faiblement, augmente, et enfin reprend son éclat total. Ce mode d'éclairage, loin d'être un inconvénient, présente l'avantage précieux d'indiquer exactement aux marins (par la durée des éclipses, et connue pour chaque phare) devant quelle côte ils se trouvent ; l'appareil imaginé par Fresnel consiste principalement en huit grands verres lenticulaires carrés, de $0^{m}.76$ de côté, et de $0^{m}.92$ de foyer, formant par leur système un prisme vertical à base octogonale ; le foyer est dans l'axe et commun aux huit lentilles. En ce point est placée la lumière unique qui éclaire le phare ; elle est produite par un bec de lampe portant quatre mèches concentriques, lequel équivaut à dix-sept lampes de *Carcel*, pour la lumière qu'il donne et la

quantité d'huile qu'il consomme (une livre et demie par heure).

Tous les rayons lumineux partis du foyer commun et qui ne s'écartent pas du plan horizontal de plus de 22° ½ en dessus et en dessous, sont refractés par les huit lentilles et ramenés à des directions parallèles à leurs axes. (*V*. Lentilles.) Si l'objet lumineux placé au foyer commun des huit lentilles n'était qu'un point, et que de plus les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité des verres fussent parfaitement corrigées, les rayons qui sortent de chaque lentille seraient exactement parallèles; mais les dimensions de l'objet éclairant, occasionnant une divergence, il en résulte, au lieu d'un faisceau cylindrique, un cône lumineux dont l'étendue angulaire est de 6° ½ à 7° pour un bec quadruple de $0^m,09$ de diamètre, tel que celui qui est employé dans cet appareil; ces huit cônes lumineux laissent donc entre eux des intervalles angulaires de 38 à 38° ½. En tournant autour de la lumière centrale, qui reste fixe, l'appareil lenticulaire promène, sur tous les points de l'horizon, les cônes lumineux et les intervalles obscurs qui les séparent, et présente ainsi à l'observateur éloigné une succession d'éclats et d'éclipses, dans laquelle celles-ci n'ont guère que le sixième de la durée de ceux-là.

Fresnel a trouvé le moyen d'augmenter considérablement la durée des éclats sans accroître le volume de l'objet éclairant ou la dépense d'huile, et sans rien changer à la disposition des huit grandes lentilles. Pour cela, il reçoit, sur huit petites lentilles additionnelles de $0^m,50$ de foyer, les rayons qui passent par-dessus les grandes, et qui sans cela seraient perdus. Ces lentilles additionnelles forment au dessus de la lampe comme une espèce de toit en pyramide octogonale tronquée; les rayons qu'elles réfractent et concentrent en huit cônes lumineux sont ramenés à des directions horizontales par leur réflection sur des glaces étamées placées au dessus des lentilles additionnelles. La projection horizontale de l'axe de chaque petite lentille forme un angle de 7° avec celui de la grande lentille correspondante, et le précède dans le sens du mouvement de rotation de l'appareil, de manière que l'éclat de la petite lentille précède celui de

la grande, avec lequel il se renoue. On a obtenu de cette manière, même pour une distance de seize mille toises, des apparitions de lumière dont la durée était égale à la moitié de celle des éclipses. Quant à l'intensité et à la portée de la partie de l'éclat produit par les grandes lentilles, il suffit, pour en donner une idée, de dire que, dans les observations géodésiques faites, pendant l'automne de 1822, par MM. *Arago* et *Mathieu*, une lentille semblable, éclairée par un bec quadruple, a été observée de jour, avec une lunette, à 17 lieues de distance, et se voyait très bien à l'œil nu une heure après le coucher du soleil; elle paraissait aussi brillante qu'un phare anglais à feu fixe, situé à peu près dans la même direction, mais éloigné seulement de cinq lieues.

On trouve cet appareil figuré dans les Bulletins de la Société d'Encouragement pour l'année 18...

Fresnel avait à surmonter une autre difficulté. Il eut été presque impossible de fabriquer d'aussi grandes lentilles, et d'ailleurs l'épaisseur du verre aurait absorbé une grande partie de la lumière focale. Il s'est servi des *lentilles à échelon* imaginées par Buffon; elles sont formées de prismes rectangles accolés par leurs faces latérales, et dont les bases, travaillées en portion de sphère, sont disposées en gradins sur les surfaces extérieures. Chaque prisme est un verre lenticulaire carré; et comme tous les foyers sont au même point, chacun renvoie les rayons parallèles, et l'effet de la réfraction est le même que pour une seule grande lentille.

Il résulte des expériences comparatives faites par MM. *Arago* et *Mathieu*, sur l'appareil que nous venons de décrire et sur des réflecteurs de 28 à 30 pouces de diamètre, les plus grands qu'on ait employés jusqu'à présent dans l'éclairage des phares, que la somme totale des rayons concentrés dans le plan horizontal, ou l'*effet utile* des huit grandes lentilles éclairées par le bec quadruple, est trois fois plus grand que celui des huit réflecteurs de 30 pouces d'ouverture, portant chacun un bec ordinaire à double courant d'air. Si donc on ajoute aux rayons fournis par les grandes lentilles ceux que donnent les petites lentilles addi-

tionnelles, on voit que l'appareil lenticulaire complet doit produire un effet plus que triple de celui qu'on obtient avec huit réflecteurs de 30 pouces : or, la dépense d'huile est à peine accrue dans la même proportion que l'effet utile, c'est-à-dire que la lumière produite est employée avec autant d'économie au moins dans cet appareil lenticulaire que dans les plus grands réflecteurs armés des plus petits becs : de plus, le poids total de l'appareil lenticulaire n'excède que d'un huitième environ celui d'un phare composé de huit réflecteurs pareils, et le prix n'est augmenté que des deux tiers environ, tandis que l'effet est triple.

M. *Bordier-Marcet,* qui jusqu'alors avait obtenu, par les ressources de la catoptrique, la supériorité de l'éclairage maritime, imagina depuis les *fanaux à double aspect;* ils sont composés de trois grandes surfaces paraboliques, éclairées par une seule lampe mécanique de *Gagneau.*

Deux conoïdes jumaux, en fonte de cuivre, soigneusement formés et fortement argentés, ayant 26 pouces de diamètre à leur base, 15 à leur paramètre et huit de profondeur de la base au foyer, sont tronqués par leur paramètre et conjugués en communauté d'axes et de foyers, avec une troisième surface ou calotte parabolique de 15 pouces de diamètre, en cuivre battu et argenté, formée sur une parabole d'un plus grand paramètre ; et enfin, cette calotte étant placée en arrière des paramètres et suspendue verticalement sur la tranche ou base d'un conoïde, masque de ce côté la vue de la lampe, mais laisse à ses rayons un libre passage sur toute la surface du conoïde, qui, lorsqu'il est éclairé, présente de ce côté l'aspect nouveau d'un cercle ou anneau brillant de lumière, tandis que, du côté opposé, les rayons, étant réfléchis parallèlement entre eux et l'axe par le cône et par la calotte, offrent le même aspect et le même bel effet que si le fanal était formé d'une seule surface parabolique.

Ainsi, l'éclat produit par l'anneau lumineux, étant égal à deux tiers ou trois quarts de l'éclat total de l'autre face, est un bénéfice incontestable, puisqu'il est produit par la même lampe ; et cet avantage, déjà remarquable pour l'économie obtenue dans

pour y insérer des pièces de bois assemblées en radeau; la crue du Nil soulevait cette charge. D'autres fois on liait les bois à de forts bateaux chargés, qu'on déchargeait ensuite pour que les eaux soulevassent la masse entière Des bois qu'on coulait dans l'espace libre en dessous servaient à conduire le monument au lieu de sa destination.

Les plans inclinés étaient souvent employés pour élever les masses jusqu'aux hauteurs où elles devaient être établies. C'est ainsi qu'on prétend que les pyramides ont été édifiées. Le plus élevé de ces monumens a 146 mètres de haut; les quatre faces sont des triangles équilatéraux assemblés sur une base carrée orientée, dont le côté est de 161 mètres; cette base a près de 8 arpens (de 900 toises carrées chaque); le volume total est de 36,753,750 pieds cubes. Cette masse de pierre suffirait pour construire un mur de 10 pieds de haut, d'un pied et demi d'épaisseur, et de 200 lieues de longueur. Il paraît qu'on élevait les matériaux en les traînant sur des plans inclinés pratiqués en terre sur l'une des faces, et qu'on élevait ces plans de plus en plus, à mesure que la construction l'exigeait.

La voûte sphérique monolithe qui couvre le tombeau du roi Théodoric, à Ravenne, pèse plus de 900 milliers. Cette masse fut tirée des carrières d'Istrie, et fut transportée à travers la mer Adriatique, puis voiturée près du tombeau, et enfin élevée à 40 pieds de hauteur sur le mur d'enceinte.

Le transport le plus mémorable qui ait été fait dans les temps modernes est celui du rocher qui sert de base à la statue équestre de Pierre-le-Grand, à Pétersbourg. Carburi prit ce rocher dans un marais près d'une baie du golfe de Finlande, à une lieue et demie du bord de l'eau, et à cinq lieues et demie de la ville. On le dégagea d'abord de la terre qui l'environnait; on l'enleva et on le renversa sur un radier préparé pour le recevoir; cette opération, faite à l'aide de leviers, de cabestans et de moufles, qui tiraient le rocher par des anneaux de fer qu'on y avait soudés, établit, par ce renversement, la masse dans la position qu'elle devait conserver, attendu que ce qui était d'abord en largeur devait être en hauteur. A mesure que le rocher était

soulevé, on insérait dessous des poutres et des coins qu'on forçait à coups de masse. Une fois le rocher renversé sur le traîneau, on le fit glisser avec des cabestans jusqu'à la rivière, sur un glacis préparé d'avance, en roulant sur des boules qui coulaient dans des gouttières en cuivre. Le rocher fut porté assez avant dans l'eau pour qu'on pût le soulever, à l'aide de 12 fortes vis, afin de substituer au radier une barque destinée à le porter jusqu'à Pétersbourg. Cette barque fut enfoncée dans l'eau, placée sous le rocher, puis vidée et mise à flot.

Pour transporter une *statue*, on la place dans une caisse faite avec de forts madriers cloués et garnis de bandes de fer dans les angles: on contre-butte les parties les plus solides de la statue contre le châssis avec des Étançons de bois, et l'on remplit le reste du vide avec du son, qui s'insinue dans tous les espaces libres, comprime également toutes les parties, et cède, par son élasticité, toutes les fois que les trépidations de la voiture se transmettent à la pièce. Le sculpteur a eu soin de laisser entre toutes les parties saillantes et faibles des liens minces en pierre, qu'il enlève ensuite quand la statue est en place. Quelquefois aussi il met de petits appuis en pierre tendre, qu'il y dépose avec adresse. La caisse, placée sur un fardier, peut sans risque voyager très loin. C'est ainsi que les belles statues qui ont décoré notre Muséum, et qu'on a depuis enlevées, ont été transportées à de très grandes distances sans aucun accident.

Pour dresser un obélisque, élever une statue, etc., on édifie un Échafaudage en charpente sur le lieu qu'elle doit occuper: les pièces de bois doivent avoir une résistance convenable à leur objet; on les assemble solidement et on les contre-butte par des pièces de décharge, pour que le poids à enlever au milieu de l'enceinte qu'elles forment puisse supporter l'effort. La statue équestre en bronze de Louis XV, qui pesait 55 milliers, le grand obélisque de la place Saint-Pierre à Rome, etc., ont été élevés de la sorte. Des Palans fixés dans la partie supérieure servaient à diriger les cordages qui étaient passés sous le fardeau et devaient en supporter le poids.

Il arrive souvent que la pièce doit être enlevée obliquement,

ou du moins transportée au dessus d'un point voisin du lieu où elle gît. Les GRUES TOURNANTES, les MOUFLES, etc., sont employées avec avantage pour charger et décharger les bateaux.

De toutes les machines de ce genre, celle qu'on emploie pour mâter et démâter les navires est la plus remarquable. (*V.* ECOPERCHE.) On l'établit sur le bord d'un quai pour élever et amener les mâts, les mettre en place dans leurs *étambraies* ou les en ôter. Cet appareil consiste en de hauts mâts ou *bigues*, assemblés au haut en angle aigu et fortement joints ensemble par des traverses ou clefs placées de distance en distance. On plante ces mâts dans la maçonnerie du quai en leur donnant une position inclinée vers la mer, pour que le sommet soit placé verticalement au dessus des navires qu'on y amène. La hauteur est d'environ 44 mètres, et la saillie en avant de 8 mètres. On maintient ces bigues par des mâts obliques assemblés aux traverses et fixés en arrière au sol; ces mâts sont de même joints par des traverses, qui sont retenues par d'autres mâts moins élevés. Enfin, des HAUBANS fixent le tout à des anneaux de fer scellés dans les parties voisines inébranlables; ces cordages sont raidis par des moufles et sont dirigés dans tous les sens où il est nécessaire de prendre des appuis. Des poulies et des roues à tambour ou des treuils complètent l'appareil. FR.

FARDIER (*Arts mécaniques*). On donne ce nom aux véhicules qui servent à transporter de très lourds fardeaux, tels que des bois, des pierres, etc. (*V.* pour ce dernier usage au mot DIABLE.)

Quant au fardier destiné à transporter les gros bois de charpente, il est construit d'une autre manière. Il est formé de deux grandes et fortes roues R de 8 à 9 pieds de haut, d'un essieu en fer I et de deux grands brancards en bois CF, dont les bouts d'un côté F servent de limonière pour atteler un cheval. (*V.* fig. 8, pl. 14.)

Les bois à transporter étant placés le plus régulièrement possible sur deux chantiers, en un tas qui n'excède pas la voie intérieure du fardier, ni la hauteur de l'essieu, on amène le far-

er au dessus, de manière que son essieu corresponde à peu ès au centre de gravité de la charge. Là, on passe une très rte chaîne par dessous le tas de bois, et par dessus l'essieu, un ·os rouleau de bois A. Prenant alors un levier B qu'on introduit ıns la chaîne agrafée et par dessous le rouleau A, on soulève ır son moyen et par le treuil C, le train de bois, jusqu'à ce ı'il ait abandonné les chantiers inférieurs et qu'il touche aux averses supérieures D. C'est ainsi que deux hommes chargent ns peine de très lourds fardeaux, et qu'arrivés à leur destina- on, ils en font le déchargement encore plus facilement. Pour iter le frottement du rouleau A sur les brancards, on a soin e ne point y pratiquer d'encastrure, de manière qu'il roule essus et n'y éprouve qu'un frottement du second degré.

On trouve, dans les Bulletins de la Société d'Encouragement ur 1834, la description d'un fardier de M. Fayard, qui est très en conçu, et qui n'offre pas les dangers auxquels sont exposés s ouvriers qui manœuvent l'appareil qu'on vient de décrire.

On se sert dans l'artillerie de fardiers qui diffèrent un peu de eux-ci, pour transporter les grosses bouches à feu, les mor- ers à la Gomère, etc. On leur donne le nom de *triqueballe*. Au eu de deux brancards, ces fardiers n'ont qu'une très forte èche assemblée sur le milieu du corps d'essieu, qui est en bois. 'est avec cette flèche, faisant fonction de levier, qu'on soulève le ırdeau en lui faisant décrire, à l'aide de cordes attachées à son trémité, un quart de cercle qui suffit quand on a eu soin d'a- rafer la chaîne un peu courte. L'abattage étant fait, on amarre a flèche au fardeau même qu'on a soulevé, de manière qu'elle e tienne horizontalement. Alors on y attelle, comme à un ti- mon, deux ou un plus grand nombre de chevaux. Quelquefois on laisse traîner l'extrémité de la flèche, et on y attelle les che- vaux avec des palonniers.

Dans ce fardier, l'essieu devient un véritable treuil qui a ses points d'appui dans les moyeux des roues. Alors il en résulte un frottement qui n'existe pas dans les premiers fardiers que nous avons décrits. E. M.

FARINE. On désigne par le mot *farine*, employé seul, le fro-

[illegible]

[illegible] principales [illegible] comme[illegible]

[illegible] animal [illegible]

: la composition de diverses farines de froment.

:XAMINÉES.	Eau.	Gluten.	Amidon.	Sucre.	Substance gommo-glutineuse.	Albumine.	Son.
:um spelta....	(1)	22	74	5,50	(1)	1,50	-
um hebernum.	(1)	24	68	5	(1)	1,5	
ent........		12,5	74,5	12	(2)		
....	10	10,96	71,49	4,72	3,32		
il..........	6	9,80	75,50	4,22	3,28		1,2
e blé dur d'O-............	12	14,55	56,50	8,48	4,90		2,3
de blé tendre ssa.........	10	12	62	7,36	5,80		1,2
2e qualité....	8	12,10	70,84	4.90	4,60		
ce (*seconde*)...	12	7,30	72	5,42	3,30		
lang. de Paris..	10	10,20	72,80	4,20	2,80		
pices, 2e qual..	8	10,30	71,20	4,80	3,60		
3e qual..	12	9,02	67,78	4,80	4,60		

»remières analyses ont été faites par M. Vogel, la r M. Proust, et toutes les suivantes par M. Vauque-uquelin et Proust regardent comme du gluten la :e que M. Vogel a nommée *albumine.*

nalyses sur les farines des blés cultivés sur les bords du Danube, »esé le gluten humide, l'eau se trouve comprise dans le poids de n'a pas isolé la gomme du sucre.
. a la le sucre et laissé gomme mélangés; ils ont été pesés en-vé 1 centième de résine jaune.
me de ces analyses, on n'a tenu compte des phosphates ni des ıus en petite quantité dans les farines.

Tableau de la composition des farines de plusieurs autres céréales

FARINES EXAMINÉES (1).	Amidon.	Mucilage.	Gluten.	Albumine.	Sucre.	Enveloppe.	Huile grasse.	Résine.	Hordéine.
Farine de seigle.......	23,45	4,26	(2) 3,64	1,26	1,26	2,45			
—— d'avoine blanche.	59	2,50	(3)	4,30	8,25 (4)		2		
—— d'orge.........	32	9 (5)	3					2	55

La première analyse du tableau ci-dessus est due à Einhoff, la deuxième à M. Vogel et la troisième à M. Proust.

On peut remarquer, en comparant les résultats des analyses consignées dans ces deux tableaux, qu'ils diffèrent surtout entre eux par les proportions de GLUTEN; que cette substance azotée est beaucoup plus abondante parmi les principes immédiats des divers blés que dans la composition des autres céréales indiquée par le deuxième tableau.

Ce n'est pas seulement parce que le gluten participe, d'après sa composition élémentaire, des matières animales, que sa présence est utile dans les farines destinées à faire le pain; il contribue encore à rendre cette préparation alimentaire plus divisée et plus facile à être digérée. Pour faire mieux comprendre cette assertion, nous expliquerons en quelques mots les réactions qui se passent dans la confection du pain. Cette théorie sera utile

(1) Dans aucune de ces analyses on n'a tenu compte des phosphates ni des autres sels contenus dans les farines.

(2) Le gluten a été pesé à l'état humide.

(3) Suivant M. Davy, la farine d'avoine contient 6 centièmes de gluten.

(4) Ici le sucre était mêlé avec un principe amer.

(5) La matière gommeuse était ici mêlée de sucre.

encore pour faire concevoir le principal obstacle dans la substitution d'une farine quelconque à la farine de froment pour cet usage.

Le gluten, ainsi que l'indique son nom, tiré du mot *glu*, est une substance qui, à l'état humide, est molle, élastique, susceptible de s'étendre, d'être gonflée en formant une sorte de réseau membraneux. Ces propriétés expliquent comment la farine forme pâte avec l'eau : le gluten amolli enveloppe de toutes parts les autres principes du froment dans une multitude de cellules visqueuses, et toute la masse devient souple, élastique, collante. Lorsque l'on ajoute du LEVAIN (sorte de FERMENT), il réagit sur la petite quantité de sucre préexistant dans la farine, ainsi que sur celle qui se produit par la réaction de l'eau, de la température et du gluten sur l'amidon. (*V.* SUCRE.) La fermentation qui s'établit donne lieu à la formation du gaz acide carbonique, de l'alcool, de l'acide acétique, etc. Le gaz, par sa légèreté spécifique, tend à s'échapper; mais, engagé et retenu, pour la plus grande partie, dans le réseau gluant du gluten, il soulève la pâte, et, la pénétrant peu à peu, il se loge dans une foule de petites cavités qui divisent la pâte; et par suite, lorsque, dans le four, la chaleur, en combinant une partie de l'eau avec l'amidon et vaporisant l'autre, solidifie la pâte, celle-ci reste criblée de la multitude des petites cavités qui retenaient l'acide carbonique, et le pain qui en résulte est rendu léger et blanc par la grande division de ses particules.

On peut donner la même explication de la blancheur et de la légèreté d'un pain dans la pâte duquel le SOUS-CARBONATE D'AMMONIAQUE a été substitué au levain : dans ce cas, aux premières impressions de la chaleur du four, ce sel volatil se gazéifie ; sa vapeur soulève la pâte à l'aide du gluten qui lui ouvre une infinité d'utricules, et la solidification de la masse ayant lieu avant que les gaz soient échappés, la forme spongieuse subsiste alors même que tout le carbonate est éliminé par la chaleur.

On voit, d'après ces données, que la pâte à faire du pain doit être d'autant plus liante, d'autant plus susceptible de lever,

de former un pain plus léger et plus nourrissant, que la farine employée contiendra plus de gluten; voilà pourquoi la farine de froment est préférable à toutes les autres. Cela explique encore comment les farines de pommes de terre, de manioc, etc., forment des pâtes qui lèvent mal, et par suite des pains mats et lourds.

Analyse des farines.

On forme une pâte ductile avec un demi-kilogramme de farine et une quantité suffisante d'eau; on abandonne le tout pendant une heure; alors, ayant placé dans une capsule, en partie remplie d'eau, un tamis de soie bien mouillé dans toutes ses parties, on pose la pâte sur le tamis; la surperficie de l'eau doit l'affleurer; on la malaxe entre les doigts, en prenant le soin de ne pas la diviser ni la délayer, mais seulement d'en délayer l'amidon. Ce dernier se répand dans le liquide; plusieurs autres principes se dissolvent, et le gluten seul reste sur le tamis. On renouvelle plusieurs fois l'eau de lavage, jusqu'à ce qu'elle ne sorte plus laiteuse. Les derniers lavages du gluten se font hors du tamis

On réunit tous les liquides plus ou moins troubles dans un seul vase conique et à parois lisses, afin que l'amidon s'y puisse facilement déposer; on tient ce vase dans un endroit dont la température n'est élevée que de peu de degrés au dessus de zéro, de peur que la fermentation s'établisse. Lorsque le liquide a cessé de déposer, on décante la solution louche. Le dépôt est formé d'amidon et d'une faible quantité de gluten; on le lave jusqu'à ce que l'eau en sorte claire après sa précipitation, puis on le met sécher.

Les eaux de lavages filtrées sont évaporées à la température de l'eau bouillante; il s'y forme des flocons, regardés par Fourcroy comme de l'albumine, et que M. Proust pense être du gluten. Sur la fin de l'opération, il se précipite du phosphate de chaux.

Lorsque le résidu est en consistance sirupeuse et refroidi, on

le délaie dans l'alcool ; celui-ci dissout le sucre ; l'eau froide que l'on ajoute sur le résidu non dissout donne une solution de mucilage, et laisse un dépôt insoluble de matière azotée et de phosphate de chaux.

Il reste par cette analyse une petite quantité de résine dans le gluten et dans l'eau de lavage ; le gluten retient de plus une faible proportion d'une huile fixe et d'un principe volatil qu'on peut lui enlever par l'alcool.

Si l'on veut obtenir la résine isolée, il faut traiter la farine bien sèche par l'alcool.

Lorsque l'on analyse des farines qui contiennent peu de gluten, on ne peut obtenir ce principe qu'en les enveloppant dans un linge.

En analysant la farine d'orge par le procédé que nous venons d'indiquer, on obtient l'*hordéine* mêlée avec l'amidon ; pour les séparer, il suffit de faire bouillir le mélange dans l'eau ; l'amidon est dissous, et l'hordéine reste inaltérée sous forme pulvérulente, semblable à de la sciure de bois. C'est à l'hordéine et à l'huile grasse susceptible de développer un goût âcre que l'on attribue l'infériorité de la farine d'orge dans la préparation du pain, des eaux-de-vie, etc.

Ce ne sont pas seulement les céréales que l'on réduit en farines nutritives ; des graines de légumineuses, des tubercules, des racines charnues desséchés à l'aide de procédés convenables, puis passés au moulin avant qu'ils n'aient absorbé l'humidité de l'atmosphère, servent à confectionner diverses préparations alimentaires. Nous citerons particulièrement le *millet*, les *haricots*, les *pois*, les *fèves*, les *châtaignes*, le *maïs*, le *riz*, les *pommes de terre*, les *patates*, les *carottes*. Ces diverses farines ne se conservent bien que dans un endroit sec. A l'air humide, elles s'échauffent, fermentent rapidement, prennent un mauvais goût et donnent un pain de mauvaise qualité.

On est parvenu à rendre les farines plus nourrissantes dans la confection des pains, en y incorporant soit du sang de bœuf, soit de la gélatine. P.

La farine est quelquefois altérée par de la fécule de pommes

de terre. M. Danger a récemment décrit un procédé pour reconnaître cette fraude. En voici la description :

Procédé de M. Danger, pour reconnaître le mélange de fécule de pommes de terre avec la farine de blé.

Je dépose une mesure de farine au fond d'un petit mortier d'agate ; je la triture parfaitement et aussi régulièrement que possible pendant l'espace de cinq minutes, après quoi je remplis d'eau un petit tube de verre d'une capacité équivalent à cinq grammes ; je verse cette eau sur ma farine triturée que je délaie avec soin pendant une minute ; ensuite je passe le tout sur un filtre, et je recueille le liquide clair lorsqu'il y en a un gramme de filtré, ce dont je suis averti par un 3 tracé sur mon petit tube de verre ; je fais ensuite filtrer dans un nouveau tube pour une seconde épreuve, pendant que je verse dans le premier cinq gouttes d'une dissolution filtrée d'iode dans l'eau. Alors voici ce qui se passe : si c'est de la farine de blé pure que j'ai ainsi traitée, il se formera un léger trouble rose opalin, qui aura entièrement disparu au bout de cinq minutes ; si, au contraire, la farine contient de la fécule de pommes de terre, la couleur produite par la teinture filtrée d'iode, dans la liqueur filtrée et très limpide, mettra beaucoup plus de temps à disparaître ; en sorte que si la teinture d'iode est convenablement filtrée, il s'écoulera autant de minutes, par exemple, qu'on aura ajouté de centièmes de fécule de pommes de terre à une quantité donnée de farine pure.

Ce procédé est fondé sur la propriété de la fécule de pommes de terre d'être formée de grains assez gros pour être déchirés par l'action d'un mortier dur et poli, tandis que les grains de fécule de blé, plus petits, échappent en grande partie à l'action du mortier, d'autant plus que les grains de fécule de blé, lorsque la farine n'est point liquide, se trouvent enveloppés de gluten dur et poli, de la même manière que la graine de lin se trouve enveloppée de gomme.

La mesure dont je me sers consiste en un petit tube ouvert des deux bouts et muni d'un petit piston d'ébène, sur lequel j'ai

fait une entaille pour poser l'ongle, et régler la quantité de farine sur laquelle je dois opérer; je comprime fortement; puis, en poussant entièrement le piston, je fais sortir un disque dont le poids est de 200 millièmes pour la farine pure, et de 180 pour la fécule de pommes de terre. Pour titrer ma teinture, j'emploie une dissolution d'alcool très concentré; j'en verse goutte à goutte dans une quantité donnée d'eau, jusqu'à ce que cinq gouttes de celle-ci donnent, avec un essai de farine à 10 pour 1 de fécule de pommes de terre, une couleur qui ne disparaisse qu'au bout de 15 minutes, si je veux que chaque minute corresponde à un centième de fécule de pommes de terre, ou disparaisse au bout de 25 minutes, si je veux qu'elle corresponde à $\frac{1}{100}$ de farine pure, se décolorant en 5 minutes.

D'après diverses expériences, que j'ai eu occasion de faire, cette décoloration spontanée dépend et du contact de l'air et de la lumière, mais cette dernière n'agit que faiblement. On peut raisonnablement estimer à $\frac{1}{10}$ les plus grandes erreurs possibles en employant ce procédé: lorsque je veux atteindre une plus grande exactitude, je dessèche à 100 degrés la farine triturée pendant 10 minutes; puis, après avoir coloré par l'iode ma dissolution claire, au lieu de l'abandonner à une décoloration spontanée, j'y verse une dissolution de potasse titrée, dont chaque goutte équivaut à un centième de fécule de pommes de terre; cette méthode est beaucoup plus exacte que la précédente.

La trituration à sec n'est pas le seul moyen que l'on puisse employer pour rendre la fécule de pommes de terre soluble dans l'eau; une température de 210 à 220 degrés du thermomètre centigrade agit comme la trituration.

Dans cette épreuve, la farine de blé paraît être protégée par l'enveloppe de gluten qui, dès la température de 150, change de propriété; quand, au lieu de vouloir déterminer les proportions approximatives de fécule de pommes de terre, j'ai pour but de déterminer si la farine contient ou non de la fécule de pommes de terre, je commence par dessécher graduellement une certaine partie de farine en la plaçant dans l'étuve, puis la portant successivement à 100 degrés centigrades; ensuite, à l'aide d'un

tamis métallique à tissu très serré, je tamise plusieurs fois la même farine, afin que les petits grains de fécule qui s'étaient accolés à ceux de farine de blé par l'aide du gluten, se détachent facilement; après la 4e ou 5e tamisation, je fais 2 essais comparés, l'un sur la farine passée la première, l'autre sur celle qui est passée ensuite; si dans l'un et l'autre j'obtiens les mêmes résultats, la farine est pure; mais pour peu qu'il y ait mélange, la farine, passant la première, se trouvant toujours plus chargée de fécule de pommes de terre, donnera une réaction beaucoup plus prononcée, quel que soit le procédé que l'on emploie.

FAUX (*Arts mécaniques*). Instrument dont on se sert pour couper les fourrages, les tiges de céréales, etc., etc.

La forme, l'espèce et la dimension des faux varient suivant les habitudes des pays et les matériaux employés à leur fabrication. Mais, en général, c'est une grande lame mince en acier, légèrement arquée, tranchante du côté concave, pointue par un bout et ayant par l'autre une poignée ou queue qui sert à la fixer, au moyen d'une virole et d'un coin, à l'extrémité d'un manche en bois d'environ cinq à six pieds de long. La surface inférieure d'une faux est convexe; du côté du dos est une nervure dont toute la saillie est en dessus, qui, prenant naissance à la queue, va former la pointe. C'est à cette disposition que la faux, quoique très mince (elle n'a qu'un tiers de ligne d'épaisseur), doit toute sa fermeté. Cette nervure a pour objet encore de renverser et d'entraîner les plantes à mesure que la faux les coupe, pour en former l'*ondin*. Un bon faucheur de prés prend jusqu'à 9 à 10 pieds d'un seul coup, en rasant très près de terre; la saillie de la nervure ne suffit pas pour ranger comme il faut dans l'ondin toutes les tiges de céréales que chaque coup de faux abat. A cet effet, on la garnit d'un très léger clayonnage qui s'adapte d'une part dans le bout du manche et de l'autre au dos de la faux, dont il suit la courbure. Elle prend alors le nom de *faux à râteau*.

La fabrication des faux a été long-temps concentrée en Alle-

magne et en Styrie. Nous tirions de l'étranger environ douze cent mille faux, consommation annuelle de la France. Maintenant, il en existe des fabriques dans cinq de nos départements, qui fournissent déjà à peu près la moitié de la consommation.

L'acier naturel ou de cémentation est fourni au fabricant, en barres d'un pouce sur deux d'équarrissage. Celui-ci les casse en tronçons de 9 à 10 pouces, dont il sépare les qualités suivant l'aspect de la cassure. Ce classement fait, les barreaux de nature *ferreuse* sont mis à part et destinés à fournir l'étoffe dont se compose le dos des faux. On les étire au martinet en barres de 14 à 15 lignes de large sur 4 à 5 d'épaisseur, qu'on coupe par longueurs de 24 pouces. On fait ensuite un paquet ou *trousse* avec 16 de ces barres mises à plat l'une sur l'autre, que l'ouvrier corroie par la méthode ordinaire et réduit à l'échantillon de 10 lignes carrées. Ces barreaux, coupés par longueurs de deux pieds, se nomment *mocq*.

L'étirage des tronçons d'acier fin, destinés à faire les tranchans des faux, se fait de même. Seulement on l'étire par barreaux d'un pouce sur trois lignes, qu'on redouble après et qu'on réduit à l'échantillon de 7 sur 6 lignes. Ces derniers barreaux, soudés à plat sur les premiers, donnent de nouveaux barreaux de 2 pieds quelques pouces de long sur un pouce de large et 3 à 4 lignes d'épaisseur, dont le poids est d'une livre et demie. L'acier fin y entre pour un tiers, et l'étoffe pour deux tiers. Un ouvrier raffineur, avec son compagnon, travaillant 18 heures sur 24, corroie 700 livres d'acier. Le déchet de l'acier dans ce corroyage est de 7 $\frac{1}{2}$ pour 100.

Des mains du *raffineur*, ces barreaux passent aux ouvriers *martineurs*, qui, en deux chaudes, ébauchent les faux, forment la pointe, le talon, et recourbent à angle droit le bout qui doit servir à faire la queue; et tout cela avec une adresse extrême, sans ralentir la vitesse du martinet, qui frappe environ 300 coups par minute. Cette pièce ébauchée porte de 28 à 30 pouces de long, 11 lignes de large près de la crosse, 7 à 8 lignes au milieu et 5 lignes au petit bout vers la pointe. Son épaisseur est de 2

lignes et demie près de la crosse et de 2 lignes seulement au bout opposé. La crosse ou queue porte 3 pouces de long, 15 lignes de large et 2 lignes d'épaisseur.

La pièce passe alors à la forge à bras, où l'ouvrier lui donne sur le bout une chaude suante, et la courbure qui lui convient. Il relève aussi à l'extrémité de la queue le petit *porreau* qui sert à la fixer contre le manche.

De là, la pièce passe à un martinet de 60 liv., pour en élargir la lame. Le maître, après l'avoir chauffée vers le bout, saisit la crosse de la main gauche, et le bout de la main droite avec une petite tenaille; il met la pièce, renversée sur l'enclume ou la promène dans le sens de la longueur, pour former d'abord la nervure, et ensuite dans le sens de la largeur pour étendre la lame. Il emploie trois chaudes, sans changer cette disposition, mais il en donne une quatrième du côté de la crosse pour former le talon.

La faux, étant élargie, est remise à un ouvrier qui, avec un marteau à main, et sur un tas de fer, la redresse en partie, après l'avoir fait dégourdir à un feu de charbon. Cette opération s'achève à un petit martinet de 30 livres, mû avec une vitesse de 3 à 400 coups par minute.

Des mains de cet ouvrier, elle passe dans celles d'un autre qui perfectionne la nervure. Il la bat à coups redoublés dans l'angle, avec un marteau à panne légèrement arrondie. Cette opération, ainsi que les deux précédentes, exige une grande habileté de la part de l'ouvrier.

Il reste à donner à la poignée ou *queue* la direction convenable, à imprimer la marque du fabricant, à affranchir à la cisaille le côté du tranchant, à tremper, recuire et émoudre, opérations qui n'exigent aucune description particulière.

Ainsi, la fabrication des faux se divise en 14 parties, dont la plupart sont exécutées par deux ouvriers.

Tout ce travail s'exécute au charbon de bois. On compte qu'un atelier en fabrique 3000 par mois. Les faux de Styrie ne pèsent que 17 à 18 onces. Celles qu'on fabrique dans d'autres par-

s de l'Allemagne et en France, pèsent de 24 à 26 onces. Les faucheurs sont payés à la tâche (3 à 4 fr. l'arpent).

On fait usage en Artois, pour moissonner, en guise de fau-ce, d'une très petite faux; on la fait agir d'un seul bras, sans sque se courber. On lui donne le nom de *fauchon* ou *faux* *'ésienne*. C'est une faux dont la lame a environ 3 pieds de long, le manche moitié moins : ce manche, dont le bout est deux s coudé à angle droit de 6 en 6 pouces, porte un trou de deux uces de large dans lequel on passe une lanière de cuir formée boucle, pour manœuvrer l'instrument à la manière accou-mée; il a, à l'ordinaire, une poignée ou main pour le tenir. réunit les chaumes qu'on veut couper, à l'aide d'un crochet fer dont le manche a 4 pieds de long. De la sorte, les épis ne it pas ébranlés, et la besogne marche avec une grande célérité.

On donne le tranchant aux faux par un martelage, et ensuite ec une pierre à aiguiser, dont chaque faucheur est muni. Ce rtelage s'exécute à l'aide d'un marteau à manche très court, d'une petite enclume que le faucheur plante en terre, sur la-elle il est assis. Le marteau et l'enclume ont des formes diffé-ntes; c'est-à-dire, si le marteau est à panne, la tête de l'en-me est légèrement bombée, *et vice versà*.

ndépendamment de son enclume et de son marteau, un fau-eur doit être muni d'un étui ou *coffin* plein d'eau, suspendu un crochet à sa ceinture, et renfermant une pierre à uiser.

La *faucille* est un instrument qui sert à couper ou à scier le ment, le seigle, et généralement toutes les plantes céréales dont grains ne tiennent pas dans l'épi et qui tomberaient à terre si es fauchait. C'est une lame d'étoffe d'acier recourbée en demi-cle de 8 à 10 pouces de diamètre; large d'autant de lignes, à ichant taillé en lime d'un seul côté, et dont un des bouts est mné en queue propre à recevoir un petit manche qui s'élève peu au dessus du plan de la faucille, de manière que le mois-neur, sans se baisser beaucoup, peut couper le blé très près erre. E. M.

FÉCULE. On a donné ce nom (de *fæcula*, diminutif d
lie, dépôt, fèces) aux substances pulvérulentes qui se p
tent spontanément dans les sucs de différens végétaux. I
decins supposaient autrefois que le principe actif des
résidait dans leur fécule. Plus tard, on reconnut qu'il n'
pas ainsi, et les fécules furent rejetées des officines. On s
alors qu'elles différaient, par leur ténuité seulement, d
ou des parties ligneuses du végétal. La chimie modern
montré que cette dernière hypothèse était encore erroné
la plupart des fécules blanches sont presque entièrement f
d'amidon; que d'autres fécules diversement colorées cont
des principes immédiats différens; c'est ainsi que l'amidon
la fécule de pommes de terre; l'*indigo* est regardé comm
cule de l'isatis tinctoria; la dahline ou inuline est, comm
démontré, la fécule des tuberbules de dalihas. La dénom
de *fécule* devient impropre aujourd'hui dans le langag
chimie, puisqu'elle n'est pas particulière à un seul cor
un seul composé; on commence, au reste, à l'employer
ment pour désigner l'amidon extrait des plantes autres
céréales, et l'on dit, dans ce sens, *fécule amilacée*. On
sous la même acception ce mot en médecine, et l'on
comme substances alimentaires, qui diffèrent à peine pa
gères nuances dans leur goût, les fécules dites TAPIOKA, (
ARRAW-ROOT, SALEP, SAGOU, etc. Le tapioka résulte de
rification de la cassave, qui est extraite de la racine de l
atropha manihot; le salep est tiré de l'orchis morio; l
se prépare avec la partie interne du sagouier farinifère.
cules, qui généralement nous viennent de l'Inde, sont
des gens riches, parce qu'elles coûtent cher; elles for
quelque sorte des aliments de luxe, que la fécule de pom
terre peut fort bien remplacer: cette dernière, se vend
prix beaucoup plus bas, offre un appât à la fraude et se
mélangée avec les autres.

La légère saveur particulière aux différentes fécule
être due à des huiles essentielles: du moins cela semble
tré pour la fécule de pommes de terre, dont on élim

pine, dans la rectification de l'eau-de-vie de cette fécule, une huile qui, étendue de beaucoup d'eau, rappelle le goût des pommes de terre.

La fécule de salep se distingue de toutes les autres, en ce que sa solution dans l'eau forme, avec la magnésie, l'ammoniaque, la potasse, une gelée consistante, qui contient une grande proportion d'eau. P.

FELDSPATH, *spath, pétunzè,* sorte de *caillou* qui s'emploie dans la composition de la PORCELAINE, et sert à préparer aussi son émail; on le trouve en couches et en amas à Alençon, dans les environs de Limoges, etc. Par son altération spontanée, il produit l'*argile kaolin* ou terre à porcelaine.

Le feldspath est très abondant à la surface de notre globe; il entre dans la composition de toutes les roches des terrains primitifs, dans celle des bancs, constitue la pâte de tous les porphyres, et forme des roches entières; il est composé de silice, alumine et potasse, combinés deux à deux dans les proportions suivantes :

Silice. . .	66	ou	Silicate de potasse. .	33
Alumine.	18			
Potasse. .	16		Silicate d'alumine. . .	67
	100			100

Le feldspath s'est rencontré souvent en cristaux réguliers dans les granites, dans des roches d'origine ignée : les formes régulières qu'il affecte dans la nature sont des prismes rhomboïdaux obliques de 60 à 120 degrés, et des prismes hexaèdres terminés par des sommets dièdres. P.

FENDERIE. (*Arts mécaniques.*) Machine destinée à faire les baguettes carrées, appelées *fenton, côtes de vaches,* dont on fait des clous, des crochets et une infinité de petits objets de serrurerie. Le fenton, qui est ordinairement du fer de première qualité, se trouve dans le commerce en bottes de 100 livres.

Une fenderie est disposée comme un LAMINOIR; mais, au lieu de cylindres, ce sont des disques en acier, également espacés

sur chacun des deux axes, et qui se croisent réciproquem comme dans la Cisaille circulaire. La construction de cette m chine exige la plus stricte égalité dans les dimensions des disqu ainsi que dans celle des tourteaux intermédiaires; ceux-ci d vent avoir un peu plus d'épaisseur que les disques, afin d'évi les frottemens latéraux qui résulteraient d'une égalité parfai Quant au diamètre des disques-cisailles, on sent que plus il grand, plus l'angle qu'ils font entre eux est aigu, et qu'alors saisissent mieux la barre qu'on leur présente debout et chaud Leur diamètre est d'environ 1 pied, et celui des tourteaux inte médiaires moindre de 3 à 4 pouces : si la saillie des premi était plus grande, le fenton, à sa sortie de la fenderie, prend une direction par trop divergente.

Pour éviter les déchets, les barres destinées à être fend doivent être d'une largeur égale ; chauffées toutes ensemble da un four à réverbère placé à proximité, elles sont successivem apportées à la machine et mises dans une rigole ou auge en f qui les dirige vers la fenderie. Les baguettes de fenton s prises et dressées immédiatement par des enfans, pend qu'elles sont encore rouges.

Un filet d'eau tombe dessus, afin d'empêcher les disques de détremper : on en dirige également sur les tourillons.

Les axes de la machine, prolongés en dehors des poupé portent des pignons qui s'engrènent réciproquement, et q établissent le mouvement inverse et simultané des deux cyli dres. Des vis de pression donnent le moyen de fixer le cylind supérieur au point convenable. E. M.

FER, Fer d'affinage, Fer malléable, Fer ductile, Fon ou Fer cru (*Métallurgie*).

Opinions diverses sur la nature de la fonte.

Ne remontons pas jusqu'aux hypothèses obscures et quelque fois contradictoires de Stahl, de Réaumur, de Bergman, d Rinman, sur la nature de la fonte ; arrêtons-nous seulement une opinion que partagent encore beaucoup de métallurgistes, qui non seulement est beaucoup plus moderne, mais revêtu

l'autorité de grands hommes, déja aidés des lumières de la imie lavoisienne. Nous voulons parler de la théorie de Monge, rthollet et Vandermonde, noms illustres dans la science et gnes de tous nos respects. Ces trois célèbres chimistes ont considéré la fonte comme « un régule dont la réduction n'étant pas complète, retient une portion de l'oxigène du minerai, et qui, en contact immédiat avec le charbon, absorbe une certaine dose de ce combustible, dont l'affinité pour le métal ne laisse aucun doute; d'après cela, ce seraient les proportions de ces deux substances unies au fer qui feraient varier la nature du fer cru. La fonte deviendrait blanche quand elle contient peu de charbon et beaucoup d'oxigène; elle serait grise dans le cas contraire. Le fer, parfaitement affiné, serait celui qui ne contiendrait ni oxigène, ni charbon, ni aucune autre substance étrangère. A la vérité, il n'en existe pas de tout-à-fait semblable dans le commerce : car le meilleur fer de Suède conserve une partie d'oxigène, et s'imprègne toujours d'une dose de charbon, très petite à la vérité, mais assez grande pour en altérer constamment les propriétés. »

Les sociétés savantes des pays étrangers, adoptant sans resiction cette théorie, proposèrent pour sujet de prix une explition satisfaisante des phénomènes de la fusion du minerai de r et de l'affinage de la fonte, en partant des mêmes données. pendant cette théorie est sujette à bien des objections : la emière, la plus insurmontable peut-être, est la coexistence pposée de l'oxigène et du charbon dans une masse soumise à fusion à divers degrés d'une température portée jusqu'à ses rnières limites, sans qu'il en résulte une combinaison de ces ux substances douées de tant d'affinité l'une pour l'autre, et ns production de composés gazeux, tels que l'oxide de carbone l'acide carbonique. La théorie de l'affinage, déduite de pinion de Monge, Berthollet et Vandermonde, se trouve ailleurs, sur plusieurs autres points, en opposition directe et anifeste avec les faits d'expériences les plus ordinaires et les lus importans.

Dans ces dernières années, c'est principalement C. J. B. Kars-

puyée sur des faits nombreux et bien observés : aussi est-e admise aujourd'hui par la majorité des métallurgistes. Cep dant, nous ne sommes pas entièrement convaincu. Si nos limi nous le permettaient, nous essayerions quelques objections q n'est pas permis de développer ici, où nous devons réserver plus de place possible aux procédés métallurgiques du fer.

Conséquences de la théorie du fer cru sur les procédés d'affina

Si l'on admet avec Monge, Berthollet et Vandermonde, q la fonte blanche contient plus d'oxigène que la grise, on doit conclure qu'il faut affiner la première dans un feu dont la tuyè soit plus plongeante ; aussi, dans l'instruction rédigée par academiciens, était-il expressément recommandé de donner à tuyère moins de pente lorsqu'on travaillerait sur fonte blanch qu'il n'en faudrait donner en travaillant sur fonte grise. Cepe dant le contraire se pratique dans toutes les forges où l'on affi des fontes d'espèces différentes. L'inclinaison de la tuyère est surplus, dans le travail du fer, chose de la dernière impo tance.

Comme la fonte blanche était supposée contenir peu de c bone et beaucoup d'oxigène, on a dû penser qu'elle ne pouv être traitée avantageusement dans les fours à réverbère (*puddli furnau* des Anglais), parce que dans cette sorte de fourneaux ne se trouvait pas en contact avec une subtance charbonneuse ceptible de s'emparer de ce grand excès d'oxigène, et d'ache la réduction. Et cependant, le *puddlage* de la fonte blanche plus prompt et plus efficace que celui de la fonte grise ; le fer plutôt *ballé* (affiné).

Du traitement des minerais de fer dans les hauts-fourneaux, du fourneau de fusion.

Les fourneaux à cuve sont formés d'un espace plus ou mo élevé, entouré d'un mur. Le vide intérieur peut être rond ou gulaire ; on le remplit de minerai et de combustible ; la termine sa partie inférieure. Lorsqu'on y ménage un vide pa culier pour recevoir la masse fluide qui tombe par filtration

travers du combustible, on donne à ce vide le nom de *creuset.* Dans certains fourneaux à cuve, la face antérieure s'appelle le *côté du travail,* et la partie inférieure de cette face est la *poitrine du fourneau.*

Lorsque ces fourneaux sont construits de manière que la sole ou pierre de fond se trouve en totalité au dessous de la cuve, et que le mur de devant est sans ouverture, on dit que le travail se fait à *poitrine close;* mais quand une partie du creuset est au dessous de la cuve et l'autre au dessous de la poitrine, on appelle ce genre de travail *fondage à poitrine ouverte,* ou *fondage sur creuset.* C'est en général la construction des hauts-fourneaux pour le traitement des minerais de fer. Enfin, si la sole est au dessous de la cuve et si la masse liquide qui s'y rassemble peut s'écouler par une ouverture, on dit que c'est un *fondage par l'œil :* telle est de coutume la construction des fourneaux pour fondre l'étain, le cuivre, etc., rarement pour le fer, dont la fusion est bien plus difficile.

Il convient d'adapter avec discernement la forme du fourneau à la nature des minerais et aux produits qu'on en attend. Les premières considérations déterminantes sont relatives à la volatilité ou à la fixité plus ou moins grandes de certaines substances. Vient ensuite le plus ou moins de facilité avec laquelle s'opère la réduction du métal. Nous ne pouvons ici qu'effleurer toutes ces questions.

La connaissance approfondie des combustibles employés à la fusion et à la réduction du minerai est également un objet des plus importans, principalement dans la métallurgie du fer. On doit les choisir, en général, d'après l'espèce de fourneau dont on veut se servir.

Chacun sait que la combustion ne peut avoir lieu sans la présence de l'air atmosphérique. Les fourneaux à cuve reçoivent l'air par un conduit particulier (la tuyère).

Dans les temps très reculés, on ne connaissait pas de procédés pour recueillir l'air atmosphérique, pour le comprimer, le diriger et le porter dans un espace donné, ou du moins, si l'on en connaissait, ils étaient extrêmement imparfaits. Alors, on

dilatait l'air atmosphérique dans la cuve en allumant le combustible ; ce qui devait exciter un courant du dehors en dedans ; par cette méthode très simple et moyennant plusieurs ouvertures pratiquées dans le mur, on attirait le fluide qui devait servir à la combustion. Les machines soufflantes en usage actuellement sont absolument nécessaires aux fourneaux à cuve. De leur construction plus ou moins parfaite dépend, en grande partie, le succès des travaux métallurgiques.

Le mécanisme qui sert de base à toutes les machines soufflantes (soit soufflets ou cylindres creux alternativement mis en jeu) consiste à faire approcher une surface mobile d'une autre qui reste fixe. L'air contenu entre elles se trouve alors comprimé et lancé dans le foyer. Ensuite, le mouvement rétrograde de la surface mobile fait entrer de nouveau l'air extérieur entre les deux surfaces par des ouvertures pratiquées à cet effet, et qu'on appelle *soupapes*.

Le mouvement de ces machines si puissantes est lui-même communiqué par d'autres appareils, appelés *mcteurs ;* c'est, dans les grands établissemens, ou le vent, ou l'eau, et surtout la vapeur d'eau.

Le fer doit être considéré sous trois points de vue différents : 1° comme métal qui n'est pas susceptible de se forger, ni de se souder, et qui devient parfaitement liquide par l'application d'une chaleur suffisante : c'est le *fer cru* ou *fonte ;*

2°. Comme métal ductile, soudable, ne pouvant se fondre qu'à une chaleur excessive : c'est le *fer forgé, fer en barres, fer ductile* et *fer pur ;*

3°. Comme métal dur, ductile, moins soudable que le précédent, et d'autant plus fusible que sa faculté de se souder diminue : c'est l'*acier*.

Tous les minerais de fer, sans exception, sont susceptibles de se convertir en fonte, en fer ductile et en acier ; mais avec plus ou moins de difficulté et en variant les procédés.

L'immense consommation des combustibles et des minerais, qu'entraînent les travaux métallurgiques du fer, exige du prati-

en une connaissance parfaite des uns et des autres, ainsi que la us stricte économie de ces matières premières.

Les minerais de fer, pour être réduits et amenés à l'état de nte, exigent qu'on les expose à une très haute température. 'est à la difficulté de la produire, pour les grandes masses, qu'il ut principalement attribuer le peu de progrès qu'a faits penant long-temps l'art *sidérurgique*.

Lorsqu'à la fin du quinzième siècle, on connut les fourneaux cuve pour fondre les minerais, on s'aperçut bientôt que l'on ouvait fabriquer avec ces foyers, joints aux bas-fourneaux, des :iers d'une plus grande pureté que ceux qu'on obtenait imméiatement par le traitement des minerais de fer selon les méthoes dites *catalanes*. On profita de ce fait d'expérience : mais comme 1 faisait usage du même procédé pour se procurer le fer, il faut lmettre que, même à cette dernière époque, il n'existait aucune ianière certaine et constante pour obtenir de l'acier. On avait un et l'autre par les mêmes méthodes, et on les obtenait en ıême temps, comme c'est encore l'usage dans les pays où la méıllurgie du fer n'a fait que peu de progrès.

L'emploi du coke dans les hauts-fourneaux date de 1720. ette précieuse découverte passa d'Angleterre en Silésie, dans année 1795, par les soins de M. le comte de Reden, ministre 'état du roi de Prusse.

Ce fut en 1784 qu'en Angleterre on fit pour la première fois essai de l'affinage de la fonte et de sa conversion en fer malléable, ans les fourneaux de réverbère ou à puddler, en employant our combustible la houille crue. Ce procédé, appliqué depuis ır la plus vaste échelle, a été, pour la nation anglaise, une bondante source de prospérité, et pour tous ceux qui ont besin d'obtenir le fer à bon marché, un bienfait inappréciable.

L'Angleterre occupe aujourd'hui le premier rang parmi toutes s nations chez lesquelles la métallurgie du fer est dans un état ospère. Elle se distingue particulièrement, sous le rapport de s procédés technologiques, de la perfection des machines et de mmense production qui en est le résultat ; elle est devenue à ste titre l'école du sidérurgiste, quoiqu'elle soit redevable au

continent de l'invention des hauts-fourneaux, du fer-blanc et de l'acier de cémentation.

L'esprit entreprenant des Anglais s'est porté avec une égale activité vers la préparation du fer, la fabrication des objets coulés en fonte, du fer-blanc, dont elle a prodigieusement perfectionné les procédés, de l'acier et surtout de l'acier fondu. La sidérurgie a pris chez eux un développement véritablement gigantesque, et les prix ont baissé en proportion.

En Russie, la fabrication du fer est devenue, depuis cinquante ans, un objet important. La Russie nous offre aujourd'hui des établissements qui peuvent rivaliser presque avec ceux des Anglais.

La Suède tient le troisième rang parmi les pays productifs en fer. La nature l'a dotée, sous ce rapport, avec tant de libéralité, qu'elle y laisse peu de choses à faire à l'industrie de l'homme pour augmenter et améliorer les produits sidérurgiques.

La France a fait des progrès dans certaines parties de la métallurgie du fer; mais dans d'autres elle reste encore en arrière.

La monarchie autrichienne possède d'excellents minerais en Bohême, dans la Hongrie, le Tyrol, la Styrie, la Carniole et même dans presque toutes ses provinces. Mais la manière d'y travailler le fer est encore susceptible d'une foule d'améliorations. La qualité supérieure des minerais y est, comme en Suède, qui le croirait? la principale cause du retard dans le progrès des procédés : ceux-ci n'ont pas à lutter contre la nature.

L'Espagne fut célèbre pour ses fers dans les temps anciens; elle les emportait au loin, même encore au dixième siècle. De nos jours, il ne lui reste guère que la réputation de ses produits sous le rapport de la qualité naturelle.

En Portugal, la production du fer est à peu près nulle.

En Prusse, les produits sont considérables et d'une qualité parfaite pour la plupart.

Propriétés physiques du fer cru ou de la fonte.

La fonte est très variable dans sa couleur, parce que c'est un composé de fer et d'autres corps dont les proportions et le mode

de combinaison sont loin d'être constans. La diversité de sa manière d'être provient à la fois de la nature des minerais dont elle a été extraite et du mode de leur réduction. On distingue généralement deux espèces principales de fer cru, la fonte blanche et la fonte grise; en employant les mêmes procédés, on obtient avec certains minerais de la fonte blanche, et avec d'autres minerais de la fonte grise. La couleur de la première est le blanc d'argent, avec un brillant parfait; en diminuant d'éclat, elle passe au gris clair par une infinité de nuances. La deuxième espèce est d'un gris foncé, jouissant aussi d'un éclat métallique parfait, et passant de même par une infinité de nuances, et avec un éclat toujours décroissant, au gris clair. Cette espèce de fonte devient blanche dans certaines circonstances, mais son éclat ne peut alors égaler le brillant de la fonte blanche naturelle. Malgré cette différence, il est peu facile de les distinguer, à moins de connaître les procédés qu'on a suivis dans la fabrication de l'une et l'autre: toutes deux peuvent montrer dans leur cassure la couleur blanche et la grise à la fois, ce qui leur donne un aspect tacheté; on les appelle alors *fontes mêlées* ou *truitées*, par analogie avec la couleur du poisson appelé truite.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU FER.

De la texture.

On juge en général de la qualité du fer, par premier aperçu, sur sa texture, sa couleur et son éclat; mais à l'emploi on trouve bien souvent de grands mécomptes. On ne peut guère étudier le tissu de ce métal que sur des cassures récentes. Lorsque le fer est très pur, sa cassure est grenue. Mais si l'on veut l'examiner attentivement, il faut tenir compte de la grosseur des barres; en négligeant cette attention, on pourrait tomber dans les erreurs les plus graves: il convient de n'examiner que des barres qui aient au moins un pouce carré; ou, en fer plat, des barres de six lignes d'épaisseur au moins.

Des grains qui n'ont aucune forme déterminée, qui ne sont ni lames ni feuilles, qui, par leurs pointes déliées, annoncent une pr disposition nerveuse, et décèlent, pour ainsi dire, l'action de

la force extérieure qui les a étirés et séparés : ces grains, disons-nous, sont un indice du fer le plus tenace, et qui, étiré en barres minces, présentera une texture parfaitement nerveuse, dont les filamens seront blanchâtres et très allongés, qui exigeront une grande force pour en déterminer la rupture. Tel est en général le fer de Suède de bonne qualité.

La cassure lamelleuse, ou à feuilles plus ou moins grandes, est toujours un indice de mauvais fer. Si la cassure offre des lamelles en forme d'ardoises, c'est un signe de fer brûlé; si les lames sont très minces et qu'elles se détachent comme des écailles, on peut présager un fer cassant à froid. Quant au fer mal affiné, on le reconnaît par le mélange du nerf et des facettes.

Les fibres du fer rouverin, ou cassant à chaud, sont toujours assez longues; mais le plus mauvais fer est celui qui, forgé en barres très minces, ne montre aucune trace de nerf.

Le fer en grosses barres ne présente jamais aucun nerf.

Le fer dur et tenace, celui qui résiste le mieux à la force extérieure, conserve aussi le plus long-temps sa texture grenue dans le forgeage; quant au fer mou, dans ce travail, il devient plutôt fibreux, ses grains se laissent aplatir avec plus de facilité.

De la texture du fer dépend sa compacité, et c'est en vertu de cette compacité qu'il est susceptible de recevoir un poli parfait. Le fer fort et dur, dont la cassure présente un grain uniforme, est le meilleur sous ce rapport; le plus mauvais, sous le même rapport, c'est le fer mou, le fer à facettes, qui prend facilement au travail des fibres courtes et grosses. Le fer dont la cassure est à lames plates peut acquérir également un beau poli; mais sa mauvaise qualité, d'ailleurs, doit en restreindre l'emploi.

Le tissu de l'acier, la finesse de son grain et la propriété de ne point prendre de nerf dans le travail, le rendent plus compacte que le fer et plus convenable aux ouvrages polis, dont le brillant est la chose essentielle. La sous-espèce blanche de la fonte grise et de la fonte blanche naturelle sont susceptibles aussi de prendre un plus haut degré de poli que le fer forgé. Il n'en est point ainsi de la fonte grise proprement dite; elle manque de compacité et ne peut être employée avec avantage pour les objets polis.

La texture de la fonte grise est très variable; elle passe d'un tissu grenu à une cassure unie. Ce qui la caractérise, c'est que la couleur foncée s'éclaircit à mesure que les grains se resserrent et qu'ils deviennent moins appréciables : ils disparaissent entièrement dans la sous-espèce blanche de la fonte grise; sa cassure est alors plus ou moins esquilleuse. La cassure conchoïde semble faire la transition entre les deux espèces de fer cru. Les grains plats et écailleux sont le signe d'un haut degré d'impureté.

La fonte blanche passe de la cassure rayonnante à la cassure esquilleuse, et de cette dernière à la cassure compacte et conchoïde : la couleur blanche disparaît avec la texture rayonnante.

Comme la fonte est un composé très variable de fer et d'autres substances, les inductions que l'on voudrait tirer de sa couleur et de sa cassure, relativement à sa qualité, pourraient être très fausses. Il y a des cas où la fonte blanche la meilleure mérite la préférence, et d'autres où c'est la fonte grise grenue.

De la pesanteur spécifique.

La pesanteur spécifique du fer a été observée avec beaucoup de soin par plusieurs métallurgistes, principalement par Rinmann; cependant le résultat de leurs recherches ne peut servir même à distinguer le fer de l'acier et de la fonte; il prouve seulement que l'acier est en général plus lourd que le fer forgé, celui-ci plus que la fonte blanche, et celle-ci plus que la fonte grise; mais il existe certains fers forgés dont la pesanteur spécifique surpasse celle de l'acier, comme aussi certains aciers qui sont plus légers que le poids moyen des fers ductiles. On trouve même de la fonte blanche dont la pesanteur s'approche de celle du fer forgé. On rencontre aussi de semblables anomalies dans les différentes espèces de fer cru.

On peut adopter, pour termes moyens des pesanteurs spécifiques des fers et de leurs poids absolus, les nombres suivans :

DÉSIGNATION DES FERS.	PESANTEUR spécifique.	POIDS ABSOLU du mètre cube.
Acier..................	7,795	7,795
Fer forgé..............	7,700	7,700
Fonte blanche...........	7,500	7,500
Fonte grise.............	7,200	7,200

De la dureté. On entend par dureté la résistance opposée à l'action d'une force extérieure par les particules d'un corps sollicitées isolément; elle se manifeste lorsqu'on veut couper, rayer, forer, et en général quand les particules d'un corps s'opposent successivement aux progrès d'une force qui tend à s'interposer entre elles. On peut même la reconnaître à l'aide du marteau, si toutefois il s'agit seulement de faire céder le point même soumis au choc, et s'il n'est pas question de la résistance du corps entier dans le sens de son épaisseur.

La dureté du fer forgé est soumise à beaucoup de variations: on ne peut d'ailleurs la déterminer avec précision, parce que nous n'avons aucun moyen de mesurer ses différens degrés. Le fer qui reçoit très facilement l'impression du marteau est d'ordinaire flexible et tenace; mais, quoique d'une qualité excellente sous beaucoup d'autres rapports, il ne peut servir avantageusement à tous les usages. Il faut lui préférer en général celui qui est tenace et dur à la fois. On divise le fer forgé en fer dur et fer mou; la texture sert de base à ce classement.

Le fer fort et mou prend un nerf clair, même quand il est en barres un peu grosses; la couleur de ses filamens tient le milieu entre le blanc d'argent et le gris de plomb, tandis que le nerf du fer fort et dur est d'un blanc argentin, et ne se montre que dans les plus petits échantillons; mais le fer dont le nerf est court et d'une couleur foncée intermédiaire entre le gris de plomb et le gris noir, n'offre qu'une faible résistance; il est mou et cassant à la fois. Les fers mal affinés et ceux qui, par la nature des

erais d'où ils proviennent, sont cassans à froid, jouissent de
coup de dureté ; leur cassure est à lames ou à facettes.
e qui distingue particulièrement tous les fers forgés de l'a-
c'est qu'ils ne se durcissent pas étant chauffés au rouge et
gés immédiatement après dans l'eau froide.
'acier est plus dur que le fer ; on ne peut ni le rayer, ni le
per avec autant de facilité; mais, pour être bon, il doit être
ce en même temps. Une propriété caractéristique qui le
d précieux pour une foule d'usages, c'est d'acquérir une
de dureté étant refroidi subitement, après avoir été chauffé
ouge : c'est ce qu'on appelle *prendre la trempe*, parce qu'on
longe ordinairement dans l'eau ou dans un autre liquide.
cier, quand on le fait passer avec lenteur de la chaleur rouge
a température ordinaire, participe aux propriétés du fer
gé le plus dur. L'acier trempé raie le verre et résiste aux
lleurs limes.
a fonte grise est moins dure que la fonte blanche; les sous-
èces grisâtres de cette dernière se laissent entamer par la
e et résistent cependant toujours au foret, tandis que les
tes grises noirâtres sont tellement douces, qu'elles reçoivent
impressions du marteau, qu'elles peuvent être limées, forées
oupées au ciseau avec une grande facilité. Plus la couleur
e s'éclaircit, plus la dureté augmente; c'est une règle géné-
dont les exceptions tiennent à des causes particulières et
firment pas le principe. La sous-espèce de la fonte grise
sède une dureté aussi forte au moins que celle de l'acier.
r la rendre plus propre à la fabrication des objets coulés, on
nté de l'adoucir.
e meilleur fer est celui qui jouit d'une grande dureté sans
eur, c'est-à-dire sans se fendre. Le fer tendre ou cassant à
d est dur et aigre ; mais si tous les fers tendres sont durs et
es, il ne s'ensuit nullement que tous les fers durs et aigres
ent être rangés dans la classe des fers tendres. Les fers forts
ennent aigres par le martelage à froid, et l'acier par la
npe; mais ils perdent ce défaut en recevant une chaude,
is que le fer tendre reste toujours aigre.

Le fer, l'acier et la fonte se ramollissent par l'effet de l
leur, comme tous les autres corps de la nature. Des fers
ne pourrait trancher à moins d'y appliquer une force co
rable, se laissent couper facilement à la cisaille étant ch
au rouge. La fonte même peut, par ce procédé, être scié
comme le bois et avec les mêmes outils.

De la tenacité. Nous appellerons tenacité la résistanc
toutes les parties du fer sollicitées à la fois peuvent opp
une puissance extérieure qui tenterait d'en rompre la
nuité. Cette résistance est susceptible de se manifester d
férentes manières, soit comme ductilité, élasticité, malléa
flexibilité, soit comme raideur. Un corps est ductile lo
s'allonge, étant sollicité par deux forces agissant en ligne
et dans une direction opposée pour séparer ses parties.
deux forces dirigées en sens opposé compriment le corps,
éprouve la malléabilité. Si la force fait un angle avec la
tion suivant laquelle les molécules tendent à se rapproch
corps résistera ou par sa flexibilité ou par sa raideur. I
s'il reprend sa forme première après que la force exté
aura cessé son action, il est alors doué de plus ou moins d
sort ou d'élasticité.

Le fer surpasse tous les autres corps en tenacité ; mais
connaît pas au juste l'influence que les différentes modific
du fer ductile peuvent exercer sur cette précieuse prop
Suivant l'usage que l'on veut faire de ce métal, on do
préférence tantôt au fer fort et dur, tantôt au fer fort et
le premier paraît être plus ductile et plus fort, le deuxièm
malléable : car les diverses modifications de la tenacit
corps ne sont pas entre elles en proportion; il existe des
tances qui possèdent un assez haut degré de résistance, san
ni extensibles ni malléables.

Le bon acier est éminemment élastique. Cette qualité
prouver en quelque sorte sa force et sa *dureté*; mais il ac
aussi plus d'aigreur à mesure que sa dureté augmente,
paraîtrait absurde si l'on oubliait que l'aigreur est ind
dante de la tenacité ou de la modification dont il s'agit ici,

cité. Il en résulte néanmoins que l'acier très dur peut devenir impropre aux usages qui l'exposeraient à des chocs ou à des secousses.

Le fer jouit d'une propriété particulière qui n'a encore été connue dans aucun autre métal, si ce n'est tout nouvellement dans le platine. Il peut s'unir avec lui-même à la chaleur blanche : c'est ce que l'on appelle *se souder*. Les autres métaux se ramollissent également avant la fusion ; mais il est impossible de réunir leurs morceaux ramollis en une seule masse par une pression mécanique, et sans avoir besoin de les liquéfier. C'est à la propriété de soudabilité que nous devons les immenses avantages que le fer procure à la société : car ce métal est si difficile à fondre, qu'on ne pourrait le mettre en œuvre comme le cuivre ou l'argent.

Ce n'est qu'à la chaleur blanche qu'on peut effectuer les soudures ; on l'appelle, pour cette raison, le *blanc soudant*. Le fer dur y arrive plus vite que le fer mou ; celui qui ne possède qu'une très faible soudabilité rentre dans la classe des mauvais fers, quelles que soient du reste ses autres qualités : on le nomme alors fer *rouverin*.

Le fer mal affiné devient à la fois rouverin et cassant à froid. Le fer tendre est presque toujours très soudable ; mais on en trouve aussi qui est brisant à chaud et cassant à froid, sans être pour cela mal affiné. Il serait impossible de souder par les moyens ordinaires des pièces de fer d'un très faible diamètre.

Le fer mou est plus sujet à se détériorer par les mauvaises chaudes que le fer dur ; il suffit, au surplus, de donner au fer brûlé par une mauvaise chaude, une chaude suante hors du contact de l'air, dans un bain de scories, par exemple, pour lui rendre sa qualité première.

En chauffant le fer devant la tuyère de la forge, au milieu de charbons embrasés, on doit avoir une grande habitude pour ne pas le brûler. Les charbons ne peuvent le recouvrir que d'une manière imparfaite ; il faut donc employer le sable ou des matières vitrifiables pour lui donner une enveloppe artificielle, si déjà il n'existe un bain de laitier au fond du foyer.

Si le fer, à l'abri du contact de l'air et en contact avec le char-
bon, reste long-temps exposé à la chaleur blanche, il acquiert
toutes les propriétés de l'acier. La fabrication de l'acier de ce-
mentation repose sur ce fait d'expérience. Si la chaleur n'a pas
été assez forte ni prolongée assez long-temps, le fer se couvre
seulement d'une couche d'acier.

Lorsque la température est élevée encore à un plus haut degré,
et que le fer, en présence avec le charbon, est mis en fusion
dans un creuset fermé hermétiquement, on obtient ou de l'acier,
ou de la fonte blanche, ou de la fonte grise. Il paraît que c'est le
seul degré de chaleur qui peut produire ces trois modifications
dans la combinaison du fer avec le carbone.

L'acier se conduit comme le fer dans les hautes températures,
et principalement comme le fer dur. Il soude avant lui, et se
couvre moins vite d'une couche d'oxide. Les chaudes sèches
prolongées lui font éprouver les mêmes changemens qu'au fer,
quoiqu'ils arrivent plus tard; avant de les subir, il perd sa na-
ture d'acier, et prend les propriétés du fer; c'est ce que les ou-
vriers appellent *se pâmer*.

L'acier ne change pas quand on lui donne une chaude grasse
et rapide; soumis long-temps à la chaleur blanche, sans le con-
tact de l'air, son grain devient plus fin et plus homogène.

La liquéfaction des aciers durs et mous, mis ensemble en di-
verses proportions, présente un moyen sûr de les combiner et
d'obtenir des produits de différens degrés de dureté, selon l'u-
sage auquel on les destine. Ce moyen paraît préférable au raffi-
nage; il serait probablement adopté généralement, s'il n'exigeait
pas l'emploi d'une si haute température; ce qui occasionne une
forte dépense en combustibles et en creusets.

La fonte se distingue du fer et de l'acier en ce qu'elle n'est
point soudable.

La fonte entre en fusion à 17 ou 18000° de Fahr. La fonte
blanche arrive plus tôt au point de fusion que la fonte grise, mais
cette dernière est susceptible d'acquérir plus de liquidité. L'une
et l'autre occupent alors un volume plus considérable qu'avant
leur changement d'état.

La fonte blanche se dilate moins que la grise en passant de t liquide à l'état solide; c'est-à-dire, ce qui revient au même s certaines circonstances, elle subit un retrait plus considé- le par le refroidissement.

La fonte grise liquéfiée à l'abri de l'air et refroidie lentement serve toutes les propriétés qu'elle avait avant sa fusion. On t la fondre à plusieurs reprises sans changer sa nature; mais, n la refroidit subitement en la projetant sur une plaque de ou sur un sol humide, elle éprouve un changement total; rise et douce qu'elle était, elle est devenue blanche, aigre ure.

La *fonte blanche*, soumise aux températures élevées, se con- it d'une toute autre manière; exposée au contact de l'air et à tion de la chaleur au-dessous du point de fusion, elle perd s la couche d'oxide sa texture rayonnante et sa couleur nche; elle devient grenue, grisâtre, douce, malléable, et se pproche du fer forgé.

DES MINERAIS DE FER.

Le sidérurgiste appelle minerais de fer les substances minérales ne, dans les opérations en grand, il peut employer avec avan- ge pour en retirer le fer qu'elles contiennent. Toutes les autres, elle que soit même leur richesse en fer, ne méritent point ce om sous le rapport métallurgique.

C'est à l'état d'oxide que le fer se rencontre le plus abon- mment.

L'*hématite rouge*, ou l'oxide rouge le plus pur sous le rapport e la composition, ne diffère pas du fer spéculaire. Celui-ci, étant lus dur et plus compacte, prend l'aspect métallique, tandis que e premier possède un éclat soyeux. Les transitions de l'un à autre sont si imperceptibles que le minéralogiste est souvent mbarassé pour les classer dans l'une ou l'autre espèce.

La mine de fer rouge est en général imprégnée de quartz, de ailloux ferrugineux, de petro-silex, de jaspe, de feldspath ou 'autres fossiles argileux ou quarzeux, dont il est impossible de

la séparer par une préparation mécanique, et qui sont suscepti-bles de la rendre extrêmement réfractaire.

L'oxide rouge se trouve presque toujours combiné avec des terres, sans perdre son caractère essentiel, la couleur rouge; il peut contenir une telle quantité de ces matières étrangères qu'il ne forme plus qu'une transition entre les substances métalliques et les matières terreuses. Une augmentation de silice et d'alumine le fait passer au jaspe: une addition de silice seulement le rapprocherait du caillou ferrugineux et de l'opale: enfin, une plus forte dose d'alumine le changerait en fer argileux ou en argile schisteux.

Les hydrates, qui sont des composés divers d'oxide rouge et d'eau, présentent un phénomène bien remarquable, en ce que le peroxide dans ce minerai perd son caractère essentiel, la couleur rouge. On ne connaît point d'hydrate naturel entièrement pur, tous les peroxides colorés en jaune par l'eau contiennent toujours de l'alumine et de la silice: ils reprennent leur couleur rouge en abandonnant le liquide dans les températures élevées.

Les [illegible] sont des composés de peroxide de fer, d'oxide de manganèse et d'eau. Leurs propriétés et leur aspect sont modifiés par la présence des terres. L'hématite brune constitue dans cette espèce le minerai le plus pur: sa couleur est brune et sa raclure [illegible]. Exposé au feu, ce minerai ne doit pas devenir rouge, [illegible] qu'un hydrate composé [illegible] reste d'autant plus brun qu'il contient plus d'oxide de manganèse.

Le fer spathique [illegible] composé de protoxide de fer et d'acide carbonique, [illegible] dans la sidérurgie. Il est probable [illegible] jamais dans un état de pureté parfaite. On le [illegible] l'oxide de manganèse, à [illegible] l'oxide de fer. Lorsqu'il [illegible] composé que de protoxide [illegible] d'acide carbonique; [illegible]

[illegible] l'Autriche et la

…stphalie sont surtout dotées par la nature du meilleur minerai …cette espèce. C'est celui dont le traitement exige le moins de …penses, à cause de sa pureté toute particulière et de sa fusibi…, qui n'est point, comme l'avaient pensé plusieurs métallur…es, une suite naturelle de la présence du manganèse ; ce métal …ppose seulement à la formation du graphite, rend la fonte …che et la rapproche de l'état du fer malléable. C'est le mi…ai qui, en exigeant le moins de manipulation, produit un des …lleurs fers et des meilleurs aciers.

Le minerai des houillères, le fer carbonaté argileux ou li…ide, mérite une place à part, qui semble marquée à la suite … fer spathique dont il forme une sous-espèce. Il existe en …ches, en veines continues et en masses réniformes, balles ou …ttes, en dessus et en dessous des couches des houilles; mais …eut le trouver aussi : 1° dans le calcaire gris bleuâtre coquil… 2° dans les terrains des débris de grès et de schistes houillers …rement dits; 3° enfin dans des terrains tertiaires. Sa cou… est le gris enfumé, passant au noir; cassure terreuse, con…ide, plate ou schisteuse, en général peu dur, mais résistant … outils. Il rend au creuset de 0,10 à 0,36 de fonte, et, en grand, 0,20 à 0,33 sur la matière crue.

Le fer argileux comprend tous les minerais dans lesquels …ide se trouve combiné avec une si grande quantité de terres, … perd son caractère essentiel. Un aspect terreux, peu ou …t d'éclat, dans les fers argileux, sont des indices certains …e formation nouvelle. Le peroxide est caractérisé par le rouge …a raclure, l'hydrate par le jaune, et l'hydrate combiné avec …ide de manganèse, par le brun jaunâtre.

Les fers argileux de la dernière formation, lorsqu'ils contien…t du protoxide ou du protocarbonate, sont blancs en sortant …a mine, deviennent gris par l'exposition continue à l'air ou par … faible grillage, passent ensuite au brun foncé, et finissent … prendre une couleur brune rougeâtre.

La richesse de ces minerais est aussi variable que leurs autres …opriétés. Ce sont les circonstances locales qu'on doit consulter …ur savoir si leur traitement présente des bénéfices. Les terres

qui les accompagnent sont ordinairement la silice ou l'alu
Cette dernière est presque toujours prédominante.

Des fourneaux, des combustibles, de la soufflerie et de l
des minerais de fer.

Suivant le combustible que l'on a à sa disposition, on u
usage, pour la fusion des minerais de fer, deux procédés qu
différens sous quelques rapports.

Il y a 1° la fonte des minerais au charbon de bois, 2°
fonte des minerais à la houille.

Fonte des minerais au charbon de bois. La réduction des 1
rais de fer ne pouvant s'effectuer qu'à une haute tempéra
on se sert pour cet objet de fourneaux dans lesquels on
l'exciter, en concentrant la chaleur en un certain point
fourneaux doivent avoir une assez grande hauteur : car, a
ment, toutes les modifications que doit subir le minerai,
à-dire, le ramollissement, la fusion et la décarburatio
métal réduit, se succéderaient avec une trop grande rapidi
on n'obtiendrait pas le but qu'on se propose. La forme des
neaux usités pour fondre le fer, désignés sous le nom de *h*
fourneaux, est donc très importante. Ils doivent d'ailleurs
suivant les minerais que l'on veut traiter et le genre de font
l'on veut obtenir.

Formes de hauts-fourneaux au charbon de bois (*V.* pl
fig. 1, 2, 3 et 4). Extérieurement, les hauts-fourneaux o
forme d'une tour quadrangulaire pyramidale, dont la ha
varie de 18 à 60 pieds. Pour diminuer la masse de ces
neaux, on les compose souvent d'un prisme, surmonté
pyramide. Quoique leur vide intérieur ait, en général, p
largeur, il faut donner aux murs une épaisseur considér
pour qu'ils puissent résister à l'action de la chaleur, qui t
les renverser par la dilatation qu'elle produit sur les maté
Les Anglais font leurs fourneaux plus légers qu'en France
pendant, la chaleur produite par la combustion du coke es
considérable que celle développée dans les fourneaux alin
par le charbon de bois. L'enveloppe extérieure, appelée *mu*

ment ou *double muraillement*, doit être traversé de canaux pour le dégagement des vapeurs, dont la force élastique romperait l'enveloppe extérieure.

La hauteur des fourneaux au dessus du sol étant considérable, on est obligé de construire, pour pouvoir accéder à leur plate-forme et y porter le minerai et la charbon nécessaire, un chemin à plan incliné.

C'est pour isoler ces fourneaux de l'humidité qui s'introduirait par les fondations qu'on a la coutume de pratiquer à leur partie inférieure des canaux *a, a*, destinés à réunir les eaux et à leur donner un écoulement.

Le vide intérieur des hauts-fourneaux, dans lequel on charge le minerai et le charbon, s'appelle *cheminée intérieure* ou *cuve*. La forme la plus généralement adoptée pour ce vide intérieur est celle de deux pyramides tronquées opposées base à base. Ces pyramides sont carrées ou rectangulaires; quelquefois elles sont circulaires ou ellipsoïdales : dans ce cas, les pyramides deviennent des cônes tronqués.

Le plan d'intersection de ces deux pyramides est ce qu'on appelle le *ventre* du fourneau : c'est vers ce point que le minerai, préparé à la fusion dans la partie supérieure, se fond et se sépare de la gangue dont il était accompagné.

La pyramide supérieure s'appelle la *grande masse du fourneau* ou la *cheminée supérieure*. Celle-ci est ordinairement surmontée d'une partie cylindrique qui a 18 pouces ou 2 pieds de haut, que l'on appelle *gueulard ;* c'est par cette ouverture qu'on charge le minerai et le charbon dans le fourneau.

Dans la cheminée supérieure, le minerai éprouve d'abord une sorte de grillage qui a pour effet de volatiliser l'eau et les différentes autres substances susceptibles de l'être qu'il contient; il s'y désoxide aussi par l'action du charbon et des gaz charbonneux avec lesquels il se trouve en contact, et se prépare ainsi à la fusion.

La pyramide inférieure est désignée par le nom de *grand foyer* ou vide inférieur; cette partie du fourneau se subdivise en plusieurs, quelquefois seulement en deux, d'autres fois en trois.

Lorsqu'elle est divisée en deux seulement, la partie inférieure dans laquelle le métal fondu se rassemble et s'accumule, s'appelle *creuset;* elle a la forme d'un prisme.

Quand le grand foyer est divisé en trois parties, comme on le voit sur la fig. 1, pl. 29, qui représente la coupe verticale d'un haut-fourneau, la pyramide très évasée M s'appelle *étalage*. C'est par leur exposition sur cette surface que le minerai achève de se désoxider, et même que le fer se combine avec une certaine proportion de carbone pour se transformer en fonte. La seconde N, dont les faces approchent très près de la verticale, est désignée sous le nom d'*ouvrage;* enfin, le prisme quadrangulaire P, dans lequel se rassemble la fonte, est à proprement parler le *creuset*.

Dans les fourneaux alimentés par le charbon de bois, la hauteur totale, mesurée à l'axe sur une perpendiculaire, n'excède que bien rarement 35 pieds; pour les fourneaux alimentés par le coké ou charbon de houille, cette hauteur varie ordinairement de 45 à 60 pieds et plus.

Si le charbon de bois est très léger, qu'il provienne du bois de sapin, et que la machine soufflante soit peu puissante, une bonne hauteur à donner au fourneau est 25 pieds.

Les dimensions à donner aux hauts-fourneaux dépendent principalement du volume d'air qu'on y lance à la fois. Mais pour établir la relation qui doit exister entre la hauteur et la largeur, il faut prendre en considération la nature du minerai et du combustible. Ainsi, de deux fourneaux de même hauteur, celui chargé en charbon pesant et en minerai fusible doit être plus large que celui dans lequel on fond des minerais réfractaires avec du charbon léger.

Les dimensions de l'*ouvrage* dépendent de celles du fourneau; un ouvrage qui serait trop élevé pourrait occasionner la destruction des parois. Dans les fourneaux ordinaires, l'élévation de l'ouvrage au dessus de la tuyère ne doit pas être au dessous de 5 pieds et demi, et sa largeur à la tuyère de plus de 18 pouces. L'ouvrage est toujours évasé vers le haut, afin de faciliter la descente des charges. La largeur à la partie supérieure est

ordinairement un tiers plus grande que celle mesurée à la hauteur de la tuyère. Mais il est beaucoup de circonstances qui apportent des modifications dont la nécessité ne peut être facilement prévue, et que l'expérience seule peut indiquer. Les fig. 1, 2, 3 et 4, pl. 29, représentent un fourneau construit depuis quelque temps dans le Nivernais, qui donne de fort beaux résultats.

La maçonnerie intérieure s'appelle les *parois*. Ces parois ne s'appuient pas immédiatement contre le muraillement extérieur ; elles en sont ordinairement séparées par une couche de sable, de fraisil ou de scories pilées.

Quantité d'air consommée par un haut-fourneau. Le choix de la machine soufflante est de la plus grande importance. Les meilleures, c'est-à-dire celles qui fournissent le plus de vent avec le moins de dépense de force, sont composées de cylindres à piston.

La quantité de fonte produite étant proportionnelle à la quantité d'air lancé dans le fourneau, et *vice versâ*, on peut, connaissant la capacité d'un fourneau, calculer les dimensions de la machine soufflante. Les calculs conduisent à conclure qu'un fourneau produisant 16396 kilg. de fonte par semaine, et le quintal métrique de fonte consommant 1105 kilog. de charbon, la quantité d'air lancé par jour devra être de 42154 kilog. ou de 58 kilog. 85 par minute ; ce qui correspond à 1395 pieds cubes d'air. Les fourneaux français de 25 pieds de haut ne consomment ordinairement que de 800 à 1000 pieds cubes d'air par minute, quantité trop faible en général.

Travail des hauts-fourneaux. Pour la plupart des minerais, le grillage préalable est fort avantageux ; pour quelques uns, le lavage au *patouillet*, pour en séparer l'argile, est suffisant.

Des fondants. Les fondants consistent en calcaire appelé *castine* par les fondeurs, et en argile connue sous le nom d'*herbue*. Le premier de ces fondants est le plus généralement employé, surtout avec les minerais naturellement argileux.

Pour mettre un haut-fourneau en train, d'abord on procède à l'allumage, après qu'il aura été séché avec beaucoup de soin,

surtout si le fourneau est récemment construit. On ferme d'abord l'ouverture de la tuyère pour éviter les courants d'air ; on nettoie le creuset ; on allume extérieurement au fourneau un feu très doux de bois bien sec qu'on approche par degrès de l'ouvrage ; il faut laisser écouler plusieurs jours avant de porter le feu dans le creuset, pour que l'humidité soit préalablement en grande partie dégagée. C'est alors seulement qu'il faut commencer à jeter le charbon enflammé dans l'intérieur du creuset. On emplit ensuite tout l'*ouvrage* avec du charbon, en ajoutant successivement de nouvelles couches de charbon, à mesure que la dessiccation s'avance et que la température du fourneau augmente.

On charge au charbon, sans minerai, jusqu'à ce que tout le fourneau soit rempli.

L'opération *du chauffage* étant terminée, opération qui dure de 8 jours à trois semaines, on ajoute alors à chaque charge de charbon une petite quantité de minerai, qu'on augmente successivement.

Lorsqu'il paraît de la fonte dans l'ouvrage, on nettoie le creuset, on place la *dame* (pièce ou masse de fonte qui ferme l'ouverture du creuset), et l'on bouche le trou de la coulée avec de l'argile mélangée de poussier de charbon.

C'est alors qu'il faut commencer à donner le *vent ;* d'abord, en faisant agir la soufflerie avec beaucoup de lenteur, afin que la température, vu la faible charge de minerai, ne puisse s'élever assez rapidement pour mettre en fusion les pièces de l'ouvrage et des étalages. On augmente le vent à mesure que des charges plus fortes se présentent dans l'ouvrage ; mais ce n'est qu'au bout de plusieurs jours que le vent doit recevoir la vitesse proportionnée à la densité du combustible.

Il faut avoir soin de ne pas surcharger le fourneau en minerai dans les premiers jours de la mise en feu, car la chaleur n'étant pas encore assez élevée, il pourrait se former des engorgemens de minerai non fondu qui retarderaient beaucoup la marche régulière du fondage.

Il faut mesurer exactement les charges en minerai et en com-

bustible. Les charges ne doivent être ni trop fortes ni trop petites.

Quand le *laitier* du creuset est arrivé à la hauteur de la *dame*, on l'arrache à l'aide d'un ringard, ou avec un crochet appelé *croard*. Les premiers laitiers sont ordinairement visqueux et tenaces. Mais, au bout d'un certain temps, le laitier étant plus fluide coule de lui-même par la dame. La fonte étant beaucoup plus pesante que le laitier gagne constamment le fond du creuset. Mais quand elle est arrivée jusqu'au niveau de la dame, on se prépare à faire une coulée de fonte : pour cela, le fondeur chef, après avoir tracé dans un lit de sable, en avant de la dame, les rigoles qui doivent servir de moules pour la fonte, nettoie la tuyère, ainsi que l'ouvrage, en enlevant toutes les masses durcies et les laitiers visqueux qui s'y sont attachés; puis il arrête le vent. Il perce alors le trou de la coulée, appelé *chio*, en y enfonçant des ringards à grands coups de masse. La fonte s'échappe par le chio, le creuset se vide, et après le refroidissement de la fonte dans les rigoles, elle prend le nom de *gueuse*.

Quand le creuset a été ainsi vidé, on rebouche le trou *du chio*, on remplit le creuset de charbon allumé, on ferme la tympe, on débouche la tuyère, on fait aller la soufflerie, et un autre fondage va commencer.

La capacité du creuset est fort variable ; la quantité de métal qui en sort à toutes les 7 ou 8 heures est comprise entre 600 et 2500 kilog.

Fonte des minerais au coke. La houille ou charbon de terre ne peut être employée directement à la fusion des minerais de fer; on est obligé de la débarrasser préalablement du bitume qu'elle contient ; on y parvient à l'aide d'une carbonisation.

Les houilles très mélangées de matières terreuses ne peuvent servir au travail du fer ; car, dans leur carbonisation, il reste tant de matières terreuses dans le coke, que celui-ci ne peut plus développer assez de chaleur. (*V.*, à l'article Houille du Dictionnaire, la fabrication du coke et ses divers emplois.)

Des hauts-fourneaux à coke. Cette espèce de charbon étant

moins facilement combustible que le charbon de bois, et exigeant que la pression à laquelle l'air lancé dans le fourneau est soumis, soit beaucoup plus forte que pour le charbon de bois, il s'ensuit que, pour que toute la chaleur produite par le combustible soit mise à profit, les fourneaux à coke doivent être plus élevés que ceux qui marchent au charbon de bois. La hauteur ordinaire des fourneaux au coke varie de 54 à 60 pieds.

La largeur du ventre de ces fourneaux est plus grande que dans les autres, parce que le coke étant plus compacte que le charbon de bois, il est déplacé moins facilement par le courant d'air. Quant à la pente des étalages, elle doit être moins rapide; sans cela les matières, n'ayant pas un appui suffisant, glisseraient sur le plan incliné des étalages, et se resserreraient de manière à fermer le passage à l'air. L'inclinaison doit être telle que le plan des étalages fasse un angle de 66 à 70° avec l'horizon.

L'ouvrage, plus élevé que dans les fourneaux au charbon de bois, varie de 5 pieds 3/4 à 6 pieds 1/4; sa largeur, également plus grande, de 3 pieds 4 à 6 pouces à la hauteur de la tuyère. Plus étroit, l'ouvrage acquerrait une trop haute température, et il n'y aurait pas de matériaux assez réfractaires pour y résister.

Dans ces fourneaux, pour brûler avec la rapidité convenable le coke placé sur le contrevent, et afin de ne pas augmenter outre mesure la pression de l'air, on pratique deux tuyères opposées l'une à l'autre. On a même essayé en Angleterre le placement de trois tuyères en trépied.

La forme des fourneaux à coke, la disposition des canaux d'assèchement, l'isolement de la cuve de muraillement, sont exactement les mêmes que pour les fourneaux au charbon de bois, ainsi qu'on peut le voir en comparant les fig. 5 et 6, pl. 29, qui représentent le plan et la coupe d'un haut-fourneau à coke des environs de Dudley, dans le Staffordshire, comté d'Angleterre renommé par la quantité de fonte qu'il produit et par la qualité de cette fonte.

La quantité de vent consommée par les fourneaux à coke

varie de 1300 à 1800 pieds cubes par minute, suivant la compacité du combustible et le plus ou moins de fusibilité du minerai. Un fourneau semblable à celui des fig. 5 et 6, pl. 29, exige 1500 pieds cubes d'air. Un fourneau du pays de Galles, de dimensions à peu près semblables, en consomme 1700 pieds.

Travail des fourneaux au coke. Le massif de ces fourneaux étant plus considérable que celui des fourneaux au bois, la mise en feu demande encore de plus grandes précautions.

Quant au travail dans ces hauts-fourneaux, il est à peu de chose près le même ; inutile de s'étendre sur ce sujet.

La fonte qu'on obtient avec le coke est en général plus foncée en couleur que celle produite au charbon de bois ; elle est également plus douce et plus favorable dans l'emploi pour les pièces moulées. On peut, suivant qu'on charge davantage en minerai et qu'on donne une pente plus rapide aux étalages, obtenir une fonte moins grise, que l'on destine à l'affinage pour la fabrication du fer forgé. Dans tous les cas, cette fonte au coke est toujours beaucoup plus difficile à transformer en fer malléable que la fonte du travail au charbon de bois.

Affinage de la fonte ; conversion en fer malléable.

Le but principal de l'affinage est de séparer, par des oxidations successives et par la compression répétée, le carbone avec lequel le fer se trouve en combinaison, ainsi que d'autres substances alliées au métal, telles que les scories, le soufre, etc. L'affinage sera donc plus ou moins prompt, suivant la quantité de ces matières étrangères ; mais c'est surtout l'état du carbone dans la fonte qui accélère ou retarde l'affinage ; ainsi, lorsque le carbone est disséminé dans la fonte en combinaison avec toute la masse du fer, comme c'est le cas dans la fonte blanche, l'affinage est facile ; il est au contraire très lent quand le carbone est à l'état de graphite, comme dans la fonte noire. Dans ce dernier cas, le charbon ne brûlant presque qu'à la surface du bain, la fonte doit être soumise plus long-temps à l'action oxidante de l'air.

Affinage de la fonte au charbon de bois. La fonte s'affine dans des usines appelées *forges*, dépendantes quelquefois des hauts-

fourneaux, mais formant souvent aussi des établissemens particuliers. Une forge se compose d'un ou plusieurs feux d'affinerie, des machines soufflantes nécessaires, et des marteaux ou cylindres employés à comprimer le fer. L'aire du foyer est élevée de 30 à 40 centimètres au dessus du sol ; ses autres dimensions sont généralement de 5 pieds 1/2 de longueur sur 3 pieds de largeur. Ce feu est surmonté d'une cheminée qui repose sur des piliers (fig. 7 et 8, pl. 30) ; la surface est recouverte de plaques de fonte dans un coin desquelles est ménagée une ouverture où l'on construit le creuset. On pratique un canal au dessous du creuset pour l'assécher.

La fonte blanche exige des feux d'affinerie plus profonds que la fonte grise. Les quatre côtés du creuset ont reçu des noms particuliers : celui de la tuyère s'appelle *varme;* celui opposé est le *contre-vent;* la face de devant est celle du *chio* ou *laiterol;* enfin, celui de derrière, sur laquelle est ordinairement placée la pièce de fonte à affiner, s'appelle la *rustine*. Ces côtés sont revêtus de plaques de fonte rectangulaires ; la plaque de devant est percée de plusieurs trous par lesquels les scories peuvent s'écouler pendant le travail.

La direction du vent et sa force sont les deux choses qui influent le plus sur la promptitude et le succès de l'affinage, non seulement sous le rapport de l'économie de fonte et de combustible, mais aussi pour la qualité du fer.

La tuyère est rarement placée horizontalement, elle plonge vers le fond ; l'angle qu'elle doit faire avec l'horizon varie avec la qualité de la fonte. Plus la tuyère est plongeante, plus longtemps le métal reste liquide ; plus elle approche de l'horizon, et plutôt la fonte passe à l'état de fer ductile. Il s'ensuit que la fonte blanche exige un vent plus plongeant que la grise.

Pour exécuter l'opération de l'affinage, on garnit la surface du creuset de petits charbons ou *fraisil;* on en recouvre aussi le fond, et on remplit le creuset de charbon ; la gueuse à affiner, placée sur des rouleaux pour la facilité de la manœuvre, est avancée dans le creuset ; lorsque c'est de la fonte grise, on la place à 6 pouces de la tuyère ; la fonte blanche doit en être tenue

me plus grande distance; on met ordinairement dans le creuset la *sorne* (scorie qui adhère à la loupe) provenant d'une opération précédente; on recouvre la fonte d'une certaine quantité charbon, et on met en jeu les soufflets. La fonte, ainsi exposée la chaleur, se fond peu à peu et se rend dans le creuset; pennt cette fusion, le métal étant exposé à l'action de l'air, une rtie du charbon qu'il contient est brûlée; à mesure que la euse se liquéfie à son extrémité, on l'avance dans le creuset. es scories s'accumulent dans le fourneau, et le fondeur doit les re écouler s'il reconnaît que leur quantité devient gênante. Il ut qu'il ait soin d'en laisser cependant une partie dans le feu ur empêcher l'oxidation et diminuer le déchet; si la masse ndue est peu dure, l'affineur augmente le vent; dans le cas ntraire, il tâche de soulever la fonte près du contrevent avec n ringard: quand on a ainsi fondu une quantité suffisante de nte pour une pièce, on commence le travail de la loupe, opéation qui présente deux périodes différentes: dans la première, n soulève la masse à plusieurs reprises; dans la seconde, qu'on ppelle *avaler* la loupe, on soulève le métal qui, déja épuré, ond ensuite en bouillonnant.

L'opération chimique de l'épuration du fer étant terminée, il e s'agit plus que détirer le métal en barres par des opérations urement mécaniques, au moyen de marteaux ou de cylindres; upposons, ce qui en France est plus généralement le cas, que ce soit à l'aide d'un marteau représenté par les fig. 9, 10, 11 et 12, pl. 30. Nous parlerons des cylindres en nous occupant de l'affinage de la fonte dans les fourneaux à réverbère.

Le marteau doit peser au moins 200 kilog. et battre de 90 à 100 coups par minute; sa panne doit se confondre avec la table de l'enclume, qui doit avoir une légère inclinaison de devant à l'arrière.

Quand on n'a pas divisé la loupe en lopins, en enfonçant une barre de fer froide dans la masse à laquelle s'attache le fer, ce qui a fait appeler cette opération *affinage par attachement*, on rofite de la chaleur de la loupe pour lui donner une forme réulière et pour la couper en plusieurs parties qui puissent être

maniées et forgées en barres avec facilité; on saisit ces lopins avec une grande tenaille appelée *écrevisse*, et on la traîne près de l'enclume. On la soulève et on la place sur la table de l'enclume de manière que la partie qui était tournée vers la varme soit couchée sur l'enclume, et que le côté opposé, dont le fer est moins bon et moins bien soudé, éprouve d'abord l'action du marteau. Ses coups se succèdent d'abord lentement, pour aplatir la loupe et en faire sortir le laitier; bientôt le mouvement est accéléré. Le forgeron avance alors, retire ou tourne la pièce de telle sorte que la surface en devienne uniforme; cette opération s'appelle *cingler la loupe*. Cette loupe est ensuite divisée en lopins qu'on réchauffe pour en former des *maquettes*, à leur tour exposées au choc du marteau, etc., etc.; les maquettes sont plus tard étirées en barres.

Le déchet, qui est très variable, dépend de la nature de la fonte et de l'adresse de l'ouvrier; il peut s'élever jusqu'à 40 pour 100, mais souvent il n'est que de 26 pour 100.

FORGES A L'ANGLAISE.

Affinage à la houille dans les fours à réverbère.

Le charbon de bois étant fort rare en Angleterre, et la houille y étant au contraire extrêmement abondante, les Anglais sont les premiers qui aient essayé d'employer ce combustible minéral dans l'affinage de la fonte. Des essais nombreux leur ayant appris que l'on ne pouvait affiner entièrement ce métal dans les feux d'affinerie ordinaire, au moyen du coke substitué au charbon de bois, parce que le fer qu'on obtenait ainsi était toujours rouverin et se soudait très mal, ils ont substitué aux feux d'affinerie les fours à réverbère; toutefois, comme la fonte très grise que produisent les hauts fourneaux anglais serait difficile à traiter dans les fours à réverbère, qu'elle exigerait trop de feu et subirait un trop grand déchet, on a divisé l'affinage en trois opérations. La première s'exécute dans des fourneaux analogues aux affineries ordinaires; les Anglais leur donnent le nom

fineries; les deux autres opérations, dans des fourneaux à réverbère.

Les *fineries* (REFINERY FURNACE) sont composées d'un massif de açonnerie de trois pieds au dessus du sol; le creuset placé au ilieu de ce massif a 2 pieds et 1/2 de profondeur. Il est rectanulaire; ses autres dimensions sont ordinairement de 3 pieds sur il est formé de plaques de fonte recouvertes d'argile; la cuve rétrécit au dessus de la tuyère, et cette forme augmente l'effet combustible; le creuset porte sur le devant un trou, par quel on fait couler les scories et le métal fondu. Un mur en ique est construit du côté de la tuyère; quand aux trois autres es, elles sont fermées avec des portes en tôle fixées dans les iers en fer qui soutiennent la cheminée dont les fineries sont urmontées.

La tuyère est placée à la hauteur du foyer; son embrasure est rnie de plaques de fonte doubles, entre lesquelles circule un ourant d'eau, pour éviter que la tuyère ne brûle; souvent aussi on fait circuler de l'eau autour du creuset, pour la même raison. On donne le vent au moyen de deux buses; quelquefois aussi il y a deux tuyères, et cette disposition paraît avantageuse. Les tuyères sont inclinées de 20 à 25° vers le fond du creuset, de manière à plonger sur le bain. La quantité d'air lancée est à peu près de 200 pieds cubes par minute.

Pour cette première opération, après avoir nettoyé le creuset, on le remplit de coke, sur lequel on pose des morceaux de fonte de 20 à 25 kilogrammes, que l'on recouvre en dôme avec du coke; on met le feu; au bout d'un quart d'heure, quand il s'est communiqué partout, on donne le vent; à mesure que le coke brûle, on en ajoute de nouveau. Il faut que la fonte soit tenue constamment à l'état de liquidité. Lorsque toute la fonte est en usion, on ouvre la percée, et le métal coule dans un emplacement pratiqué sur le devant du fourneau, de manière à y former une plaque de 2 à 2 pouces ½ d'épaisseur; une couche de scories la recouvre; on jette de l'eau pour refroidir promptement. La onte, qui prend alors le nom de *fine-metal*, est devenue très lanche, souvent irisée; sa cassure est rayonnée et quelquefois

elle est très caverneuse. La fonte, par cette première opératio
a déja subi un commencement d'épuration ; mais l'objet essen
tiel, c'est qu'elle a éprouvé un changement dans le mode de
combinaison du fer avec le carbone.

Une charge varie de 13 à 1500 kilogrammes ; la perte est éva
luée de 12 à 15 p. 100 ; la durée de l'opération est de deux
trois heures.

Quelquefois on omet cette première opération, et la fo
brute est soumise au *puddlage*.

Le *puddlage*, ou seconde opération de l'affinage, s'exéc
dans une sorte de fourneaux à réverbère, fig. 3, 4 et 5, pl.
Ce sont les fourneaux dits à *Puddler* (PUDDLING-FURNACE). Ils
diffèrent des fours à réverbères ordinaires que par la forme
la sole qui est presque horizontale, et par leur faible tirage.

Le fourneau étant échauffé par des opérations antérieure
on place des morceaux de fine-metal les uns sur les autres,
manière à former des piles qui montent jusqu'à la voûte.

Au bout de 20 minutes environ le fine-metal est au roug
blanc ; il tombe bientôt des gouttelettes de fonte liquide sur
sole ; l'ouvrier ouvre la porte, et en changeant la position de
pièces, il accélère la fusion ; tout entre en fusion épaisse ; il fa
alors abaisser la température du fourneau, puis remuer conti
nuellement le métal fondu avec un ringard. Cette agitation
réduit en grains qui imitent la sciure de bois ; alors on réta
le feu ; la température augmente peu à peu ; la masse se ramol
de nouveau, et, à l'aide d'une spadelle, le puddleur la divise
plusieurs loupes du poids de 30 à 35 kilogrammes. A l'aide d'
forte tenaille, l'ouvrier les enlève et les entraîne soit sous le m
teau, soit sous les cylindres dégrossisseurs qui sont représen
fig. 1 et 2, pl. 30. La compression qu'éprouve le fer est si grand
que les scories s'en échappent avec violence. Les cylindres ca
nelés présentent des rainures dont la surface diminue success
vement. La premiere A, sur laquelle on passe la balle au sort
du fourneau, est ellipsoïdale ; elle ne fait pas tout le tour des cy
lindres. L'un d'eux porte un plan incliné qui oppose une rés
tance sur laquelle la balle s'appuie pour s'allonger. Un ouvri

■ met entre les cylindres ; un second, placé de l'autre côté, la reçoit et l'introduit de nouveau entre eux ; il la passe ainsi cinq six fois, en ayant soin de rapprocher chaque fois les cylindres au moyen d'une vis de pression. On la fait passer ensuite entre les autres rainures, de manière que le fer soit étiré en barres plates d'un demi-pouce d'épaisseur et de 3 pouces de largeur.

Dans un grand nombre d'usines, et en général dans celles du Staffordshire, les marteaux sont encore en usage pour commencer à forger la loupe et la transformer en pièce ; mais celle-ci est immédiatement étirée en barres sous les cylindres.

A l'article MOULAGE, nous parlerons de l'usage qu'on fait de la fonte pour un grand nombre de pièces coulées.

Dans ce qui précède, sur le travail du fer aux forges à l'anglaise (*laminage*), nous nous sommes arrêtés à la fabrication du fer dit *marchand;* mais souvent on a besoin d'amener le métal à un plus grand état de pureté : c'est là l'opération du *ballage*. Elle consiste à couper à froid les barres à la cisaille ; les morceaux, longs d'environ trente pouces, sont croisés les uns sur les autres pour former une masse d'une vingtaine de kilog. ; cela compose une trousse qu'on place sur la sole d'un fourneau à réchauffer (*balling-furnace*), espèce particulière de reverbère. Quand la trousse est au blanc soudable, on la soumet au martinet ; on en fait un massiau qui est immédiatement laminé en barres. Il y a certains fers d'un prix élevé qui ont subi jusqu'à trois ballages successifs. Chacune de ces opérations occasionne un déchet de moins en moins considérable, à mesure que le fer s'épure. Les battitures produites à chaque ballage se mêlent avec la fonte dans les fours à puddler, ce qui diminue le déchet réel. (*V.* TÔLE et TRÉFILERIE.)

Nous croyons ne pouvoir terminer cet article d'une manière plus utile qu'en empruntant à la dernière enquête sur les fers de France, des résultats qu'il est bon de connaître, et en les comparant à ce que nous savons sur les prix de *revient* des fontes et fers en Angleterre.

Production en France de la fonte et du fer. — Propor diverses de ces produits. — Montant de l'importation.

La production annuelle de la fonte, en France, est de millions deux cent mille à deux millions trois cent mille taux métriques : sur cette quantité, la production de la douce propre au moulage est de deux cent cinquante à cent mille quintaux métriques.

La production annuelle du fer forgé est d'un million q cent mille à un million cinq cent mille quintaux métriqu compris les produits des forges à la Catalane, qui converti le minerai immédiatement en fer.

La production du fer forgé se classe en trois grandes sions, savoir : le fer fabriqué à la houille ; le fer fabriq charbon de bois, des qualités dites marchandes, et peu rieur au premier ; enfin, le fer fin, également fabriqué au bon de bois.

La fabrication à la houille fournit aujourd'hui les deux mes environ de la production totale.

Il existe quatorze hauts-fourneaux travaillant au coke tués dans cinq établissemens, ceux de *Saint-Julien*, du du *Creuzot*, de la *Voulte* et de *Firmy*; douze autres hauts neaux au coke sont en construction sur d'autres points, et u grand nombre en projet.

Le fer de qualité dite marchande, fabriqué au bois, entr trois sixièmes dans la quantité totale de la production, e fin pour un sixième seulement.

Il faut ajouter à la production actuelle et totale de la F en fonte et en fer, pour l'année 1828, une importati 8,760,140 kilog. de fonte brute, et de 5,794,942 kilog. en barres. Cependant aujourd'hui la consommation est infé à la production. L'importation n'est donc motivée que besoin de certaines qualités de fonte et de fer. Les fontes i tées pour l'usage des fonderies et de la moulerie provien l'Angleterre, et les fers de la Suède.

ix de fabrication ou de revient. — Élémens principaux de ces prix.

Le prix de *revient* de la fonte au coke, pour 100 kilog., est, ns le bassin de Saint-Étienne, de 18 fr. 80 c.; au Creuzot, de fr. 50 c.

Le prix de *revient* du fer fabriqué avec de la fonte au bois, et ité avec le charbon de terre, est, à Fourchambault, de fr. 50 c.

Le prix de *revient* du fer fabriqué avec la fonte au bois, et ité avec le bois, est,

En Champagne, de.	44 fr.	50 c.	à	46 fr.	10 c.
En Franche-Comté, de. . . .	47	80	à	57	20
En Normandie, de.	54	00	à	58	70
En Bretagne, de.	50	90	à	52	30

Dans ces calculs, on fait entrer à 5 p. 100 l'intérêt des capiaux engagés. On calcule qu'il faut un capital engagé de 1250 fr. moins pour produire annuellement 1000 kilog. de fer au arbon de bois, et de 800 fr. au moins pour produire par ane 1000 kilog. de fer au coke et à la houille.

La valeur totale du combustible bois, employé chaque année s les foyers, peut être calculée à 30 millions de francs, ce qui à peu près le quart du revenu forestier.

Le prix du combustible bois est, dans la Nièvre, dans le Cher dans les départemens composant l'ancienne province du Berry, 2 fr. 80 c.; dans la Champagne, de 4 fr. 50 c.; en Franchemté, de 4 fr.; en Normandie, de 4 fr. 45; en Bretagne, de fr. 25 c. le stère.

Le prix moyen de la houille, à Saint-Etienne, est de 46 centies; au Creuzot, de 40 centimes $\frac{4}{5}$; rendue à Fourchambault, 2 fr. 15 c.

Le prix moyen du fer fabriqué au bois est de 49 fr. 12 c.

Le prix moyen du fer fabriqué à la houille est de 38 fr. 50 c.

Le prix moyen du fer marchand, fabriqué tant à la houille u au bois, est de 43 fr. 18 c.

Partout où le minerai de fer et la houille ne se trouve côté l'un de l'autre, le prix de transport, soit de la houil du minerai, entre dans le prix de *revient* pour une quan peut être évaluée de 10 à 13 p. 100. Quand ce surcroît pense pour les frais du transport destiné à rapproch mettre en contact ces deux matières premières est par tr sidérable, il en faut conclure que les établissemens sc placés.

Dans les usines où on peut faire arriver la houille à qui n'est pas exagéré, elle est substituée pour quelques m lations au charbon de bois, et l'on obtient par ce moy économie sur le prix de *revient*, qui varie de 25 fr. à 60 f 1000 kilog. de fer.

Dans plusieurs usines, et le nombre en augmente en année, on continue à produire la fonte au charbon d mais ensuite, avec cette fonte, le fer se fabrique complè à la houille, par les procédés anglais du puddlage et du lar à des prix très modérés.

Montant des capitaux engagés dans l'industrie du — Montant des salaires que crée cette industrie.

379	hauts-fourneaux au bois, à 100,000 fr. le haut-fourneau	37,9
14	hauts-fourneaux au coke, à 175,000 fr . . .	2,4
1125	feux d'affinerie, à 40,000 fr. l'un	45,0
40	forges à l'anglaise, par évaluation. . . .	4,0
130	forges à la Catalane, par évaluation. . . .	4,5
	Capital immobilier.	93,8
	Sur lesquels 47 millions environ appartiennent aux usines nouvellement établies.	
	Il faut un fonds de roulement de	93,0
	Total dans l'industrie des fers.	186,8

La France dépense annuellement, pour sa consomma fonte moulée et fers bruts, environ 80 millions, dont 38

en salaires et transports, soit 30,666,000 francs. Les seules usines à bois emploient, pour la fabrication de la fonte et du fer, cent dix mille individus.

Le travail pour mouler la fonte, pour convertir le fer en fil de fer, tôles, martinets, cercles, rubans, fer-blanc, etc., occasionne une autre dépense en salaires d'au moins 20 millions; et, en résumé, on doit évaluer le montant de la consommation annuelle de la France, en fontes brutes et moulées, en fer brut et dénaturé, à 110 millions au moins, et les salaires qu'on dépense dans les usines, sans compter aucunement les salaires d'ouvriers des ateliers de mise en œuvre du fer, à 50 millions au moins.

Qualités des produits indigènes. — Comparaison avec les produits étrangers.

Il y a des qualités de fer qui ne s'obtiennent à un degré suffisant de perfection que par la fabrication au bois. Le fer qu'on appelle *fer fin* est généralement dans ce cas.

Quant au fer dit *marchand*, fabriqué au coke et à la houille, la différence qui subsiste encore un peu dans la valeur que le commerce lui attribue comparativement à celui qu'on fabrique au bois, tient peut-être autant à d'anciennes habitudes qu'à une appréciation exacte et réelle.

La différence entre la fonte obtenue par la fusion du minerai au bois, et celle obtenue par la fusion au coke, est plus réelle.

Les prix de *revient* de la fonte et du fer en Angleterre ne nous sont pas aussi exactement connus que la fabrication française; il faut se contenter d'approximations. Nous ne trouvons même, dans les rapports d'ingénieurs que nous possédons sur cette matière, que peu de similitude avec nos opérations françaises en ce qui concerne le *rendement* des minerais et des fontes et les quantités de combustible consommé. Les ingénieurs qui, à des époques peu distantes entre elles, ont publié des voyages métallurgiques faits dans la Grande-Bretagne, ne sont même pas parfaitement d'accord entre eux sur les *rendemens*, ni par conséquent sur les prix de *revient*. Nous adopterons ici les calculs les plus récens.

Les hauts-fourneaux du Staffordshire donnent en général

60 mille kilog. de fonte par semaine. Le produit est quelquefois beaucoup plus considérable ; cela dépend et des dimensions du fourneau et de la nature de la fonte. On obtient en général plus de fonte propre à l'affinage que de fonte de moulage dans le même temps.

Le résultat moyen des consommations est, comme suit, pour la production de mille kilogr. de fonte propre à l'affinage.

Houille	3900 kil.
Minerai	3000
Castine	700

Ceci est indépendant de la menue houille brûlée pour le service de la même machine soufflante.

On établit donc comme suit le prix de *revient* du quintal métrique de fonte d'affinage :

383 kil. de houille à 0 fr. 87 c. les 100 kil. .	3 f.	30 c.
295 kil. de minerai à 0 fr. 99 c. id. . . .	2	92
70 kil. de castine à 0 fr. 74 c. id. . . .	0	52
50 kil. de houille menue à 0 fr. 37 c. id. . . .	0	18
Main-d'œuvre et faux frais	2	79
Total	9 f.	71 c.

Pour la fonte douce ou de moulage, on brûle plus de houille et l'on se sert de minerai plus pur et plus riche. La main-d'œuvre et la partie des intérêts du capital, repartis sur un quintal de fonte sont aussi plus considérables. On a donc pour cette dernière espèce de fonte,

440 kil. de houille à 0 fr. 86 c. le quintal	3 f.	91 c.
250 kil. de minerai à 1 fr. 61 c. id.	4	02
50 kil. menue houille à 0 fr. 37 c. id.	0	18
75 kil. castine à 0 fr. 55 c. id.	0	54
Main-d'œuvre, intérêts, etc.	3	24
Total. . .	11 f.	89 c.

Le prix du fer ordinaire en barres, dit *common merchant-iron* (fer marchand), s'établit comme suit :

20 quintaux ½ de *common blooms* (2,460 liv.)	6.	14.	1.
12 quint. de houille		3.	6.
10 quint. de houille menue		1.	6.
Étirage au laminoir		5.	»
Faux frais		5.	6.
Total pour la tonne de 2,240 livres .	7.	9.	7.

Ce qui fait ressortir le quintal métrique à 18 fr. 42 c.

Le fer commun en bandes revient, le quintal métrique, à	20 f.	84 c.
La tôle pour chaudières et bouilleurs, à.	22	56
La tôle à fer-blanc	31	46

Ces documens ont plus de six ans de date; quelques minimes que les prix établis ci-dessus puissent nous paraître par comparaison avec la fabrication française, il est certain que les prix de la fonte et du fer anglais ont encore subi une diminution très considérable. P....ZE.

FER-BLANC. On donne ce nom à un alliage de fer et d'étain que l'on obtient en plongeant des feuilles de fer dans un bain d'étain.

Klaproth a donné la description suivante de la fabrication du fer-blanc, à Groslitz, en Bohême:

« On forge le fer en barres, on le lamine pour le réduire en tôle ou en lames bien unies et bien minces, qu'on coupe ensuite avec des cisailles, pour en former des feuilles qui aient les dimensions exigées dans le commerce.

« On porte les feuilles dans une chambre voûtée, au milieu de laquelle on entretient un feu continuel de charbon. Autour du foyer sont placées des cuves qui contiennent de l'eau sure, c'est-à-dire acidulée par de la farine de seigle. On met dans chaque cuve 1154 pouces cubes de farine que l'on mêle avec l'eau nécessaire pour en faire l'eau sure. La haute température qui régne continuellement dans l'atelier fait promptement passer la liqueur des cuves à la fermentation acide.

« Lorsque l'eau sure est bien formée, on plonge dans chaque

tonne trois cents feuilles préparées comme nous l'avons dit précédemment, et après les y avoir laissées pendant vingt-quatre heures, on les en retire pour les placer dans des cuves qui contiennent de vieilles eaux sures, dans lesquelles on ajoute, tous les quinze jours, un peu de farine.

« Après avoir bien lavé et récuré les feuilles avec du sable, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de taches noires et qu'elles soient bien unies, on les met dans l'eau pure et claire, d'où on ne le retire que pour les étamer.

« L'opération de l'*étamage* s'exécute de la manière suivante: on fait fondre dix-huit quintaux d'étain dans une chaudière de fonte de fer, et on ajoute ordinairement, sur cent quarante livres d'étain, deux livres de cuivre. Lorsque le métal entre en fusion, on y met du suif pour le couvrir, et ensuite un peu d'eau, ce qui occasionne une écume; on place alors cent feuilles de fer humectées sur l'écume, on les enfonce peu à peu dans le bain, et on les sépare au fond de la chaudière. On ajoute cent autres feuilles de la même manière; on les laisse toutes dans le bain pendant un quart d'heure; on enlève alors le suif et l'eau, et on place les feuilles, qui sont déja dans l'état de fermentation, horizontalement sur deux barres de fer.

« Un ouvrier plonge alors les feuilles de fer-blanc, l'une après l'autre, dans la chaudière, les retire de suite, et les remet sur les barres de fer pour que l'étain superflu puisse couler; on frotte ensuite les feuilles les unes après les autres avec de l'étoupe ou un linge et de la sciure de bois.

« L'étain qui a coulé est remis dans la chaudière et recouvert avec du suif et de l'eau. L'opération marche sans discontinuer. Il faut avoir soin que le bain soit toujours à peu près à la même température: car, s'il était trop chaud, le fer-blanc serait jaune, et s'il était trop froid, les feuilles se chargeraient d'une trop grande quantité d'étain.

« On chauffe ensuite le fer-blanc près d'un fourneau; on le frotte avec du son d'avoine; on réitère cette même opération, et enfin on le frotte avec un linge fin.

« Comme les feuilles de fer-blanc ont ordinairement vers

leurs bords une couche d'étain plus épaisse, qui reste en les retirant de la chaudière, on peut remédier à cette inégalité de deux manières, soit en tenant ces endroits sur des charbons ardens pour faire découler l'étain, soit en trempant ces bords plus épais dans l'étain fondu, et en frottant ensuite pour enlever le surplus de l'étain.

« Lorsque tout ce travail est achevé, on réunit ensemble trente ou quarante feuilles ou plaques qu'on place sur un gros morceau de bois pour les battre avec un marteau plat, ce qui rend leur surface plus lisse.

« Trois cents feuilles de onze pouces deux lignes de longueur sur huit pouces et demi de largeur, consomment ordinairement, dans cette opération, quatorze livres d'étain et une livre de suif. »

Le docteur Parkes a donné l'exposé suivant des procédés suivis en Angleterre, où la fabrication du fer-blanc est portée, comme on sait, à un degré de perfection très élevé.

Le fer anglais, en barres, de la première qualité, est celui qu'on choisit pour la fabrication du fer-blanc. On le prépare géneralement avec du charbon de bois, au lieu de houille, et l'on porte le plus grand soin à sa fabrication. On commence par couper les barres de la longueur nécessaire, et, à l'aide du laminoir, on les réduit en feuilles d'une épaisseur et d'une forme convenables; ensuite on les coupe avec des cisailles, selon les dimensions usitées dans le commerce. Au fur et à mesure que l'ouvrier coupe les feuilles, il les empile, avec l'attention de mettre une feuille en travers toutes les fois qu'il en a mis deux cent vingt-cinq l'une sur l'autre. Ce nombre constitue celui qui doit entrer dans chaque caisse.

Les feuilles de fer passent ensuite de l'atelier où elles ont été coupées, dans les mains du *décapeur*, qui les ploie une à une dans le milieu de leur longueur, avant de les décaper pour les étamer, afin de pouvoir les placer avec facilité dans le fourneau à décaper.

Ce fourneau, qui est à réverbère, est construit de manière à ce que la flamme vienne s'étendre sur la sole du four : car c'est cette flamme qui décape les feuilles, que l'on place dans le

fourneau par rangées de trois jusqu'à ce qu'il soit plein. Il est sensible que, si l'on mettait les feuilles à plat sur la sole du fourneau, la flamme ne frapperait que sur une face de chaque feuille. tandis qu'étant pliées, comme nous l'avons déjà dit. elle agit également sur les deux faces.

L'opération du *nettoyage* des feuilles qui précède celle par laquelle on enlève les écailles d'oxide. se commence en laissant les feuilles pendant quatre ou cinq minutes dans un mélange de quatre livres d'acide muriatique sur vingt-quatre livres d'eau. Cette quantité d'eau acidulée suffit généralement pour dix-huit cents feuilles ou pour huit caisses de deux cent vingt-cinq feuilles chacune.

Après que les feuilles sont restées quatre ou cinq minutes dans la liqueur acide, on les en retire et on les place sur le sol. trois dans chaque rangée; et alors. par le moyen d'une barre de fer que l'on passe au dessous d'elles. on les porte dans le fourneau chauffé au rouge, où on les laisse jusqu'à ce que la chaleur en ait détaché les écailles d'oxide, opération qu'on avait en vue en les soumettant à cette haute température.

Lorsque cet effet est produit. on pose les feuilles sur une aire, où on les laisse refroidir. On les redresse ensuite et on les aplatit sur un bloc de fonte de fer, ce qui est aisé. sans qu'il reste de trace de pli, puisqu'on a eu soin qu'il ne formât pas un angle vif. L'ouvrier connaît, à l'aspect des feuilles. pendant cette opération, si elles ont été bien décapées, c'est-à-dire si l'oxide ou la rouille a été bien enlevé. car alors elles paraissent bigarrées de bleu et de blanc, en quelque sorte comme du papier marbré. Cette opération s'appelle *décaper*.

Comme il est impossible que pendant le décapage les feuilles ne se voilent et ne se déforment pas, on les lamine une seconde fois entre deux cylindres de fonte de fer, convenablement durcis et d'un très beau poli. Les cylindres ont chacun environ dix-sept pouces de longueur sur trente de diamètre : cette grande dimension du diamètre rend les feuilles de fer plus planes. et favorise beaucoup le travail sous tous les rapports. Le laminage dont nous venons de parler se fait à froid.

Lorsque les feuilles de fer ont subi cette opération, on les met une à une dans des auges remplies d'une préparation liquide appelée *lessive*. Cette lessive n'est absolument que de l'eau sure, c'est-à-dire de l'eau dans laquelle on a fait macérer du son pendant neuf à dix jours, jusqu'à ce qu'elle ait acquis une acidité suffisante. L'objet, en mettant les feuilles une à une dans les auges, est qu'elles soient en contact de toutes parts avec la lessive : on les y laisse, sur leur champ, l'espace de dix ou douze heures, mais pendant ce temps, on les retourne ou on les renverse une fois.

Au sortir de la lessive, on plonge les feuilles dans un mélange d'acide sulfurique et d'eau, dans des proportions qui varient suivant le jugement des ouvriers.

Le bassin dans lequel cette opération s'exécute est formé de lames épaisses de plomb, et son intérieur est divisé par des cloisons qui sont également en plomb. Chaque division peut contenir une caisse de feuilles. Après avoir mis le mélange d'eau et d'acide sulfurique dans les divers compartimens du bassin, on y agite les feuilles pendant une heure environ, ou jusqu'à ce qu'elles soient devenues très brillantes et qu'elles n'aient plus aucune des taches noires qu'on remarque à leur surface avant d'être soumises à l'immersion dans l'eau acidulée.

Cette opération exige cependant quelque habileté : car si les feuilles restent trop long-temps dans l'acide, elles se ternissent et deviennent *vésiculées*, selon l'expression des ouvriers ; mais la pratique fait bientôt connaître, à un opérateur soigneux, l'époque à laquelle il doit les retirer : néanmoins cette partie de la fabrication du fer-blanc est une des plus embarrassantes, en ce que peu de personnes aiment à s'y livrer, quoiqu'un bon ouvrier dans ce genre soit très estimé de ceux qui l'emploient, et en obtienne un salaire très élevé. Il est nécessaire de remarquer que, dans ce procédé, comme dans le précédent, où l'on a employé l'eau acidulée par l'acide muriatique, on accélère l'opération en élevant un peu la température du bain. Il suffit, dans ce cas, de la porter à 25 ou 30° R. (32 à 38° centigrades). Cette température s'obtient facilement au moyen de tuyaux

échauffés par la vapeur de l'eau bouillante, qu'on fait circuler sous chaque bain.

Les feuilles de fer, au sortir de ce dernier bain, sont placées dans de l'eau pure où elles sont nettoyées avec de l'étoupe et du sable. Le but de cette opération est d'enlever tout l'oxide ou rouille qui aurait pu rester attaché à la surface des feuilles, car elles ne prennent point l'étain partout où il se trouve une particule de rouille ou même de poussière. On les met ensuite dans de l'eau fraîche pour les conserver jusqu'au moment de l'*étamage,* et afin de les préserver de l'oxidation : car on a remarqué que lorsqu'elles sont bien propres, elles n'acquièrent aucune rouille, lors même qu'on les tiendrait immergées dans l'eau crue pendant un an.

Après ces diverses opérations préparatoires, on procède à l'*étamage* des feuilles de la manière suivante :

On met dans une chaudière de fer un mélange d'étain en saumons et d'étain en grains (1), jusqu'à ce qu'il la remplisse presque entièrement lorsqu'il est fondu ; et l'on ajoute une quantité suffisante de suif ou de graisse pour former sur le métal fluide une couche d'environ quatre pouces d'épaisseur.

Lorsque la chaudière de fer a été chargée d'étain, on la chauffe au moyen d'un foyer placé au dessous de son fond et de conduits qui règnent autour de la surface extérieure ; on porte la chaleur aussi loin qu'il est possible sans enflammer la graisse qui couvre l'étain en fusion.

Une autre chaudière, qui est fixée à côté de celle de l'étain, est remplie seulement avec de la graisse ; on y plonge une à une les feuilles préparées comme on vient de le dire, avant de les traiter par l'étain ; et lorsque la chaudière en est entièrement remplie, on les y laisse aussi long-temps que le maître ouvrier le juge nécessaire. Si elles restent une heure dans la graisse, on trouve qu'elles s'étament beaucoup mieux que lorsqu'on leur donne un temps plus court.

---

(1) On ajoute aujourd'hui, dans ce premier bain, un peu de cuivre, dans la proportion d'un centième.

En sortant de cette chaudière, on les passe dans la chaudière l'étain, avec la graisse adhérente à leur surface; on a soin de s y ranger dans une position verticale. On met ordinairement ns cette chaudière trois cent quarante feuilles, et on les y sse une heure et demie pour qu'elles soient bien étamées; ais quelquefois il faut plus de temps pour compléter cette ération.

Lorsque les feuilles sont restées un temps suffisant dans l'étain fusion, on les ôte et on les place sur une grille de fer, afin e le métal superflu puisse s'en écouler; mais comme, malgré tte précaution, elles retiennent toujours, lorsqu'elles sont re-oidies, plus d'étain qu'il n'en faut, on l'enlève par un procédé bséquent appelé *lavage*. Il est nécessaire de décrire avec quelques détails ce procédé, qui est un peu compliqué.

D'abord le laveur prépare une chaudière de fer qu'il remplit esque entièrement avec le meilleur *étain en grains* fondu : une conde chaudière contient du suif en fusion pur, ou du lard empt de sel; une troisième chaudière ne renferme autre chose 'un grillage pour recevoir les feuilles, et une quatrième, nommée *chaudière à lisser*, ne contient qu'une couche d'étain fondu l'épaisseur d'un quart de pouce.

Les feuilles sont travaillées de la droite à la gauche, dans le timent qui renferme l'appareil de lavage suivant :

1°. La chaudière dite à laver, contenant le bain d'étain pur fusion. Elle est partagée par une cloison qui la divise en deux rties. L'ouvrier enlève la cloison, et lorsque l'oxide d'étain st rassemblé à sa surface, il le pousse dans la partie postérieure, après quoi il remet la cloison, afin que cet oxide ne ntre pas dans la partie antérieure.

2°. Vient ensuite la chaudière à la graisse.

3°. Le vase suivant renferme seulement un grillage à son nd. Il est destiné à recevoir les feuilles au fur et à mesure que uvrier les retire de la chaudière à la graisse. Il n'est pas chauffé dessous.

4°. La chaudière à lisser, qui ne contient qu'une légère couche étain fondu d'un quart de pouce d'épaisseur.

La cloison dans la chaudière à laver est un perfection-ment récemment introduit : elle a pour objet d'empêcher l'oxide d'étain de se loger dans la partie du vaisseau où l'on donne la dernière immersion aux feuilles. En employant l'étain comm dans la première opération de l'étamage, beaucoup d'oxide de crasse adhère à la surface des feuilles ; et lorsque celles sont portées dans la chaudière à laver, l'oxide s'en détache couvre la surface du nouveau bain ; mais, au moyen de la cl son, l'ouvrier l'empêche de se répandre sur toute la surface la chaudière. Lorsque cette cloison n'existe pas, le laveur obligé d'écumer le métal fluide chaque fois qu'il y plonge feuille.

Les chaudières dont nous venons de parler étant prépa convenablement, le laveur commence la part de l'ouvrage reste à faire pour terminer l'étamage, pour mettre les feuil qui ont subi les premières opérations que nous avons décrit dans le vaisseau appelé *chaudière à laver*, qui est rempli d' tain en grains fondu. La chaleur de cette grande masse métal fond bientôt l'étain qui n'est qu'adhérent à la surface d feuilles ; celui-ci, en se mêlant à l'étain du bain, en altère pureté, de sorte que lorsqu'on a passé soixante ou soixante-d caisses de fer-blanc dans le bain d'étain en grains, on est d l'usage d'en retirer la quantité d'un saumon, c'est-à-dire t cents livres, et d'y remettre une pareille quantité d'étain p en grains. Voilà pourquoi on en conserve toujours en fu pour ne pas retarder les opérations. Ces vaisseaux contien généralement trois saumons chacun, ou environ mille livres métal. L'étain qu'on retire de la chaudière à laver pour le re placer par du métal pur était donné autrefois à l'étameur, q s'en servait pour l'étamage ; aujourd'hui on le raffine.

Lorsque les feuilles sont retirées de la chaudière à laver, les nettoie soigneusement sur chaque face avec une brosse chanvre disposée exprès pour cet objet. Comme cette partie travail exige beaucoup d'adresse et de célérité, il sera utile l'expliquer avec plus de détail.

Le laveur retire d'abord un petit nombre de feuilles de

lière à laver, et les place devant lui sur le fourneau. Il
alors une feuille avec des tenailles qu'il tient de la main
e; et avec la brosse d'étoupes qu'il tient de l'autre main,
te un côté de la feuille. Il la retourne ensuite, frotte l'autre
et la plonge immédiatement une seconde fois dans la chau-
à laver, sans l'abandonner avec ses tenailles; puis il la re-
ans le même instant et la plonge dans la chaudière à la
e:

aut avoir vu cette opération pour se former une idée par-
le l'adresse et de la dextérité avec laquelle elle est exécutée.
ratique donne à l'ouvrier tant d'habileté, qu'il gagne de
ortes journées, quoiqu'on ne lui donne que 30 cent. pour
er et laver dans l'étain deux cent cinquante feuilles.
st pas rare de voir des ouvriers habiles, lorsqu'ils em-
t bien leur temps, laver, en douze heures, vingt-cinq
s contenant cinq mille six cent vingt-cinq feuilles, quoi-
haque feuille doive être brossée sur chacune de ses faces,
ngée deux fois dans la chaudière d'étain fondu. Dans ce
eurs journées sont payées chacune 13 fr. 50 c.

est nécessaire de plonger les feuilles deux fois dans l'étain
pendant cette partie de leur fabrication: car on doit se
eler qu'on les brosse entièrement chaudes, et par conséquent,
ne leur donnait pas une seconde immersion, les marques
brosse seraient visibles.

rsque les feuilles ont été suffisamment brossées, elles sont de
eau immergées une à une dans la chaudière d'étain fondu,
me nous l'avons déja dit, et immédiatement après on les
dans le bain de suif. Ce dernier vase porte des che-
disposées de manière à prévenir le contact mutuel des
les. Cette partie du procédé s'exécute de la manière sui-
:

près que le laveur a passé *cinq* feuilles dans le bain d'étain
u, et de là dans la chaudière au suif, un garçon prend une
s feuilles, et tandis qu'il la met à refroidir dans le vase vide,
veur la remplace par une *sixième*. Le garçon alors ôte une
de feuille, qui est de même remplacée par une *septième*, et

l'on continue ainsi d'une manière régulière jusqu'à ce qu
le tas de feuilles soit épuisé.

Comme les feuilles sont immergées dans l'étain dans u
sition verticale, il y a toujours, après le refroidissement,
bord inférieur de chacune, un bourrelet d'étain qui ne d
y rester, et que l'on enlève de la manière suivante :

Un garçon prend les feuilles lorsqu'elles sont assez froid
les manier, et les place une à une, sur leur bord inférieu
la chaudière à lisser, qui a été décrite comme ne contenant
très petite quantité d'étain fondu. Lorsque le bourrelet
est fondu au moyen de cette seconde immersion, le garçon
la feuille et lui donne un coup vif avec une baguette : cet
cussion débarrasse le bord de la feuille de son métal exc
et celui-ci en tombant ne laisse qu'une trace légère sur l
où il était adhérent. Cette marque, à laquelle les ouvri
donné le nom de *lisière*, se découvre aisément sur tou
feuilles de fer-blanc du commerce.

Il ne reste maintenant qu'à nettoyer les feuilles de leu
On y parvient en les frottant fortement avec du son. Au f
mesure qu'elles sont nettoyées, on les met dans de fortes
de bois ou de tôle, construites exactement pour les rec
tout le travail est terminé.

Le seul usage de la chaudière à la graisse est d'enlev
l'étain superflu qui peut rester sur les feuilles; mais c'
opération qui demande beaucoup d'attention, parce que
dant le séjour de la feuille dans la graisse, l'étain, qui e
un état de fusion, ou au moins de ramollissement, s'en é
en partie, et il en adhère d'autant moins à sa surface
reste plus long-temps plongée dans le bain. Conséquemm
les feuilles séjournaient dans la graisse plus long-temp
n'est absolument nécessaire, elles exigeraient sûrement
plongées une troisième fois dans l'étain. D'un autre c
les feuilles devaient être achevées sans passer dans la g
elles retiendraient trop d'étain; ce qui, d'une part, ser
perte pour le manufacturier, et de l'autre, l'étain fournir

ulations sur leur surface, ce qui leur ferait perdre de leur ur. P....ZE.

ERBLANTIER (*Arts mécaniques*). L'art de travailler le ferc est un des plus utiles et des plus variés : la multitude jets que le ferblantier façonne sous forme de lampes, cafes, casseroles, etc.; la délicatesse et l'élégance des produits l confectionne, attestent l'adresse et le goût qui distinguent artisan. Sa pratique consiste essentiellement à dessiner, sur r-blanc, les pièces qui entrent dans la construction des obs à donner aux bords la forme propre à la monture de l'oue; enfin, à souder les pièces ensemble. Toute cette pratique duit à des tours de main particuliers qui ne nécessitent pas escription, si ce n'est la dernière.

a soudure est un alliage de deux parties d'étain et une de b, qu'on moule en plaque. Après avoir rapproché les deux s qu'il veut réunir, l'ouvrier y répand de la poudre de poixe qu'il verse avec le *rochoir*. Avec un fer chaud, il passe la résine et sur la plaque de soudure, pour en enlever une ie qui y reste adhérente; il porte cette goutte liquide sur les s qu'il veut joindre et qu'il serre fortement. En se refroidis, le métal remplit l'intervalle des deux pièces et les soude mble. Il reste à parer l'ouvrage à la lime, etc. Le fer à soua différentes formes, selon l'ouvrage qu'on veut faire; mais, général, c'est un petit prisme triangulaire ou coin de cuivre ge, monté au bout d'une tige de fer qui a un manche de bois n extrémité. On fait chauffer ce coin, et c'est avec son arète n enlève la soudure du lingot. FR.

ERMENTATION. Dans l'origine, on ne donnait le nom de *entation* qu'à l'acte même de la transformation du moût de in en liqueur vineuse; aujourd'hui on désigne ainsi toute tion spontanée qui s'effectue entre les élémens d'une mae organique soumise à l'influence simultanée de l'humidité l'une certaine température. D'après cette définition, il doit ter un grand nombre de fermentations, c'est-à-dire de modes érens de décomposition des substances végétales et animales;

masse conserve alors mieux la température nécessaire
mentation. On n'a pas examiné quelle influence y e
forme des vases dans lesquels on opère; mais il est très
que la fermentation s'exerce autrement sous une colon
élevée que sous une colonne d'eau qui a peu de hauteu
à-dire, autrement dans un vase profond que dans
plat.

Voici ce qui se passe pendant la fermentation alc
quand on exprime le suc d'une partie végétale suc
exemple, du raisin, de la groseille, des betteraves, des
et qu'on abandonne la liqueur limpide à elle-même
vase légèrement couvert et à une température de 20°
grés, elle devient opaline dans l'espace de quelques
quelquefois plus tôt, et il s'y manifeste un faible dégag
gaz qui augmente peu à peu, tandis que la liqueur se t
prend un aspect d'eau argileuse; à la fin, la masse entr
effervescence permanente et assez forte pour être ent
s'y produit un dégagement de chaleur, en sorte que la
ture du liquide s'élève au dessus de l'air ambiant. Les
gaz partent de la matière qui se précipite; elles se fixent
matière et l'entraînent avec elles à la surface de la liqu
se trouve ainsi couverte d'un précipité surnageant. Les
du précipité qui sont débarrassées des bulles gazeuses qu
entraînées, tombent sans cesse au fond de la liqueur,
pent de nouvelles bulles de gaz, et à peine arrivées au fo
se trouvent entourées de bulles de gaz et soulevées de
à la surface. Ce mouvement continue pendant un es
temps plus ou moins long, suivant la température, la qu
l'espèce de sucre contenue dans la liqueur, l'efficacité du
etc.; il peut durer depuis 48 heures jusqu'à plusieurs se
Dès que tout le dégagement du gaz a cessé, le précipité, ra
à la surface du liquide, et qui consiste en *ferment,* tomb
du vase, et le liquide s'éclaircit, parce que le ferment ne
plus soulevé par les bulles de gaz. Dans cet état, la liq
contient plus de sucre, et sa saveur n'est plus sucrée;
siste en un mélange d'eau et d'un liquide volatil, qui e

produits de la fermentation et que l'on connaît sous le nom d'alcool ou esprit de vin.

Si l'on filtre la liqueur qui fermente, quand elle est arrivée à un certain point, par exemple, au quart de l'époque de la fermentation, le liquide transparent qui passe au travers du filtre ne fermente pas ; mais au bout de quelque temps il recommence à se troubler et à fermenter, quoique plus lentement qu'auparavant. Si l'on filtre la liqueur quand l'opération est plus avancée, la fermentation s'arrête complètement. Il paraît résulter de là que c'est l'action qu'exerce la substance précipitée, ou le ferment sur la dissolution de sucre tiède, qui détermine le dégagement de gaz, par suite duquel le ferment se trouve conduit à la surface de la liqueur, et que le gaz ne se dégage pas à la surface des flocons de ferment par suite d'une action mécanique, comme, par exemple, le gaz acide carbonique se dégage à partir d'un petit morceau de papier que l'on plonge dans de l'eau imprégnée de ce gaz. En outre, il résulte de l'expérience dont je viens de parler, que la portion précipitée du gluten est seule propre à la fermentation, et que, si tout ce qui pouvait être précipité l'a été avant la filtration, le sucre qui reste dans la liqueur n'est plus détruit.

Pour faire fermenter du sucre pur, on le dissout dans dix parties d'eau on chauffe la liqueur jusqu'à 22°, et on la mêle avec du ferment. En très peu de temps, les phénomènes de fermentation qui viennent d'être décrits ont lieu ; mais il ne se forme point de précipité, et le ferment perd totalement ou en grande partie la propriété de faire fermenter le sucre.

Pendant la fermentation des céréales, il se produit, quand on délaie dans de l'eau chaude la graine grossièrement moulue, germée ou non germée, une portion de sucre aux dépens de l'amidon, formation de sucre qui continue à avoir lieu pendant la fermentation même ; en sorte que la fermentation détruit non seulement le sucre qui s'est formé pendant la germination, mais aussi l'amidon. Celui-ci est d'abord transformé en gomme, puis en sucre. La liqueur sucrée ainsi obtenue ne fermente pas, et abandonnée à elle-même, elle devient acide ; mais dès qu'on la

mêle avec du ferment, elle entre en un mouvement de fermentation violent, et le gluten et l'albumine végétale qu'elle contient se trouvent transformés en ferment.

Les matières végétales qui contiennent de l'amidon seulement, telles que les pommes de terre, sont aussi susceptibles de subir la fermentation ; il suffit pour les faire fermenter de les traiter par l'eau bouillante, qui dissout l'amidon, et de mêler la dissolution avec une certaine quantité de malt ; le gluten et l'albumine végétale du malt déterminent la saccharification de l'amidon, et, en ajoutant à la liqueur du ferment, on parvient facilement à transformer le sucre en alcool.

Le gaz qui se dégage pendant la fermentation est du gaz acide carbonique. Celui qui provient des sucs de fruits sucrés est parfaitement pur, et si on le recueille après que tout l'air atmosphérique a été chassé, on trouve qu'il est complètement absorbé par l'eau de chaux. Quand on fait fermenter des céréales, l'acide carbonique qui se dégage est mêlé, suivant Thénard et Fourcroy, avec une petite quantité d'un gaz qui n'est point absorbé par l'eau de chaux ; c'est du gaz hydrogène.

Le ferment. Il résulte de ce qui précède que le ferment est le produit d'une altération que subissent le gluten et l'albumine végétale, altération qui ne s'opère qu'au contact de l'air, et que la fermentation elle-même favorise. Le précipité qui se dépose quand la fermentation est terminée, consiste, suivant les circonstances, en un mélange de ferment pur, et peut-être de ferment décomposé par la fermentation avec des corps insolubles qui sont contenus dans la liqueur fermentée, et qui peuvent s'y trouver d'avance ou prendre naissance pendant la fermentation.

Pour préparer du ferment pur, au moins un mélange riche en ferment, on se sert du précipité qui se forme pendant la fermentation d'une infusion limpide de malt, et qu'on appelle communément levure. On lave cette masse à l'eau froide distillée, et on l'exprime entre des doubles de papier brouillard. Dans cet état, elle est pulvérulente et se compose de petits grains d'un gris jaunâtre, qui sont transparens, vus au microscope composé. Elle contient beaucoup d'eau, qui fait qu'elle est molle comme le

gluten et l'albumine végétale ramollis dans l'eau. Si on la sèche de manière à la priver de cette eau, elle devient, comme ces substances, translucide, brun jaunâtre, cornée, dure et cassante. A l'état mou et aqueux, elle est insipide, inodore, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Thénard a trouvé que l'eau n'en dissout point $\frac{1}{400}$ de son poids.

La propriété que possède le ferment de déterminer la fermentation d'une dissolution étendue de sucre, est très fugace, et des altérations très légères suffisent pour le lui enlever à jamais. Elle est détruite par la dessiccation complète du ferment, qui ne la retrouve plus quand on l'humecte. Cependant on a essayé en Angleterre de recueillir la levure qu'on obtient dans la fabrication du porter, etc., etc., et, après l'avoir lavée, d'en expulser l'eau sous une presse mue par la vapeur. Elle acquiert ainsi une si grande dureté et se trouve si bien séchée, qu'elle peut être conservée et envoyée dans les possessions anglaises des Indes-Orientales. Mais elle perd par ce traitement une grande partie de sa force fermentescible. En Allemagne, on fabrique de la même manière ce qu'on appelle de la levure sèche, pour l'envoyer au loin. Par l'ébullition, le ferment perd sa vertu, mais elle ne disparaît pas instantanément. Le ferment, mis simplement en ébullition avec de l'eau, perd de sa qualité, en ce qu'il ne produit la fermentation qu'au bout de quelque temps. Plus l'ébullition se prolonge, plus les qualités du ferment diminuent; après avoir été bouilli pendant dix minutes avec de l'eau, il a presque entièrement perdu la propriété de fermenter une liqueur sucrée, et par une ébullition plus longue, il la perd totalement. Quand on verse de l'alcool sur du ferment, celui-ci perd à l'instant même la propriété d'exciter la fermentation, quoiqu'on ne sache pas que l'alcool enlève quelque chose au ferment. En outre, le ferment perd ses qualités sous l'influence de plusieurs agens de nature inorganique, tels que les acides; $\frac{1}{1000}$ d'acide sulfurique suffit à cet effet, et l'acide acétique concentré exerce la même action. Les alcalis et les sels, surtout ceux qui abandonnent facilement leur oxigène, produisent le même effet. Plusieurs corps dont on ajoute une petite quantité au ferment empêchent la fermenta-

tion. Dans ce cas, sont l'acide sulfurique et les sulfites, la moutarde en poudre et surtout l'huile volatile de moutarde, et en général toutes les huiles volatiles contenant du soufre, ainsi que les végétaux qui renferment de ces huiles. Enfin, la fermentation est totalement interrompue quand on refroidit le liquide qui fermente.

Pendant la fermentation, le ferment subit une altération, car il perd la propriété de faire fermenter un autre liquide; il est très probable que cette altération dépend de la réaction chimique entre le ferment et le sucre qui est décomposé, car une certaine quantité du ferment ne peut déterminer la fermentation que d'une certaine quantité de sucre, et tout le sucre excédant cette quantité reste dans la liqueur sans subir d'altération. Thénard prit deux quantités égales de levure de bière fraîche, dessécha l'une et la pesa, et mêla l'autre avec une dissolution de sucre contenant une quantité de sucre connue et supérieure à celle que le ferment pouvait décomposer. Lorsque la liqueur ne donna plus de signe de fermentation, il la filtra, il l'évapora à siccité, et il conclut du poids du résidu du sucre décomposé. Par ce moyen, Thénard trouva qu'une partie et demie de ferment, supposé sec, est suffisante pour faire fermenter 100 parties de sucre. Dans cette expérience, il reste sur le filtre, à travers duquel on a passé la liqueur fermentée, une substance qui a un aspect un peu différent de celui du ferment; elle est entièrement dépourvue de la propriété de faire fermenter, et, à l'état sec, elle pèse à peu près moitié moins que le ferment sec. Cette substance est blanche et insoluble dans l'eau; à la distillation sèche, elle ne donne point d'ammoniaque. Plus tard, Thénard admit qu'elle était identique avec l'hordéine de Proust. S'il en est ainsi, Thénard n'a pas employé du ferment aussi pur qu'on peut l'obtenir, car on ne trouve point d'hordéine dans une infusion de malt limpide. Il reste donc a décider si le ferment pur se dissout et disparaît pendant la fermentation, ou s'il laisse après la fermentation un résidu insoluble. Mais, en revanche, on sait d'une manière positive que, dans le cas où il y a production de ferment, c'est la quantité de gluten et d'albumine végétale excédente sur celle

qui est nécessaire pour opérer la décomposition du sucre, qui se transforme en ferment, lequel reste à l'état de mélange avec le ferment détruit par la fermentation, et constitue ainsi la levure. Il résulte aussi de ce que nous venons de dire que lorsque l'on fait fermenter une dissolution de sucre pur, en y ajoutant du ferment, il ne se forme point de ferment nouveau, et, que si la matière qu'on trouve au fond de la liqueur fermentée et limpide jouit de la propriété de faire fermenter une nouvelle quantité de sucre, elle le doit uniquement au ferment mis en excès, à la décomposition duquel la quantité de sucre employé dans la première opération était insuffisante.

Le gluten et l'albumine végétale, qui sont convertis en ferment pendant la fermentation, sont de tous les corps ceux qui déterminent avec le plus d'énergie la fermentation. Mais il résulte des expériences faites par Proust, Thénard et principalement Colin, que la gélatine (la gélatine ordinaire aussi bien que la colle de poisson), la fibrine animale, le caseum, l'albumine, l'urine et d'autres substances nitrogénées, jouissent aussi de la propriété de faire fermenter une dissolution de sucre, avec cette différence que, tandis que la levure établit une fermentation complète en moins d'une heure et à une température de 18° à 20°, ces substances exigent plusieurs jours et une température de 25 à 30 degrés pour se transformer en ferment et pour produire la fermentation : ordinairement celle-ci marche plus rapidement sous l'influence des matières animales fermentescibles qui ont subi un commencement de putréfaction, que lorsqu'on emploie ces matières à l'état frais. Le ferment qui reste quand la fermentation est terminée est moins bon que le ferment ordinaire, mais beaucoup plus actif que les matières aux dépens desquelles il a pris naissance ; l'albumine des œufs est celle qui agit le plus lentement ; quand on en fait usage : la fermentation ne s'établit ordinairement qu'au bout de trois semaines et à une température de 35° ; pendant la fermentation, qui marche très lentement, l'albumine excédante se précipite à l'état de véritable ferment.

La liqueur fermentée. J'ai déja dit qu'à la place du sucre, on trouve dans cette liqueur de l'alcool qui, quoique volatil, reste

dissous dans la liqueur. Tout récemment on a prétendu que le gaz acide carbonique entraînait une quantité notable d'alcool; mais Gay Lussac a fait voir que cette quantité ne s'élevait pas à ½ pour 100 de l'alcool produit, attendu que cette évaporation est simplement le résultat de la tension dont jouit la liqueur à la température à laquelle la fermentation a lieu, et qu'elle dépend, d'une part, de la quantité d'acide carbonique qui se dégage de l'autre de la proportion dans laquelle se trouve l'alcool et l'eau.

Un suc végétal fermenté contient outre l'alcool des substances qui n'ont éprouvé aucune altération par la fermentation, dont la nature varie en raison des liqueurs, et qui consistent par exemple en extractifs, en sels, en sucre de manne, et en d'autres substances semblables.

Si l'on fait fermenter une dissolution de sucre pur avec de la levure lavée, on obtient, quand l'opération est terminée, une liqueur alcoolique qui donne à la distillation de l'alcool étendu d'eau; et si l'on évapore à une douce chaleur, le dernier quart de liquide qui est resté dans la cornue, on obtient, selon Thénard, 4 pour 100 du sucre mêlé d'une masse extractiforme très soluble dans l'eau. Cette matière a une saveur nauséabonde; elle offre de faibles réactions acides, et ne contient ni du nitrogène ni un sel ammoniaque. Thénard pense que le carbone que le sucre contient en plus grande quantité, qui s'y trouverait d'après le calcul de Gay Lussac, entre peut-être dans la composition de cette matière, dont les propriétés restent à étudier. Il est évident que, si cette substance se forme toujours simultanément avec l'alcool, la décomposition du sucre par la fermentation n'est pas si simple qu'on pourrait le croire d'après le calcul de Gay Lussac, et on sait d'ailleurs que les quantités calculées d'acide carbonique et d'alcool n'ont pas pu être obtenues en réalité.

On a remarqué que, lorsque la fermentation s'opère avec lenteur, la liqueur devient quelquefois mucilagineuse et donne peu d'alcool; néanmoins, le sucre se trouve détruit. On a donné à ce changement le nom de *fermentation visqueuse*. Elle consiste en ce que le sucre se transforme en une espèce de gomme visqueuse, dont la dissolution est ce qu'on appelle filante.

Desfosses, qui a fait des expériences sur cet accident, a reconnu que l'on peut produire cette fermentation en faisant bouillir, pendant quelque temps, un mélange d'eau et de ferment ou de gluten de froment et dissolvant dans la liqueur filtrée $\frac{1}{10}$ de sucre. Il se produit un dégagement de gaz peu considérable ; l'eau bouillie avec du ferment produit le plus de gaz, et celui-ci est composé de 3 parties d'acide carbonique et d'une partie de gaz hydrogène.

Les gaz fournis par l'eau bouillie avec le gluten se trouvent entre eux en proportion inverse. Si l'on évapore la liqueur fermentée, on obtient une masse sèche, qui pèse un peu plus que le sucre employé, et qui jouit des propriétés de l'amidon torréfié, avec cette différence que sa dissolution aqueuse est beaucoup plus mucilagineuse. Quelquefois la gomme contient un peu de sucre non altéré qu'il est facile d'extraire à l'aide de l'alcool.

Fermentation acide. Une liqueur spiritueuse, dont la fermentation alcoolique est achevée, exposée au contact de l'air, à une température au dessus de 18°, se trouble de nouveau en laissant déposer des flocons mucilagineux, absorbe une certaine quantité d'oxigène de l'air atmosphérique, et dégage de l'acide carbonique. En même temps, sa température s'élève, et elle devient acide, attendu qu'il se forme de l'acide acétique aux dépens de l'alcool. La théorie de cette réaction est très simple. L'alcool est composé de OC^2H^3 ; l'acide acétique est composé de $O^3C^4H^2$. Quand un équivalent d'alcool perd la totalité de son hydrogène par l'oxidation aux dépens de l'air, et qu'on ajoute le restant à un équivalent d'alcool non altéré, on obtient $O^2C^4H^3$, composé qui n'a besoin que d'un équivalent d'oxigène pour être transformé en acide acétique. Cet équivalent est fourni par l'air, en sorte qu'il se forme de l'acide acétique. Ainsi, 2 équivalens d'alcool qui absorbent 4 équivalens d'oxigène donnent naissance à un équivalent d'acide acétique formé de 3 équivalens d'eau, et toute l'opération se réduit à une oxidation. A la vérité, De Saussure assure avoir trouvé que, pendant la fermentation, il se dégage un volume d'acide carbonique égal à celui de l'oxigène absorbé ; mais depuis qu'on connaît la composition exacte de l'alcool, on peut dire à *priori*, avec une pleine

certitude, que ce dégagement d'acide carbonique ne peut pas être une suite de la fermentation acide : car si celle-ci consistait en ce que l'oxigène de l'air enlèverait à l'alcool du carbone, sans qu'il y eut absorption d'oxigène et sans que de l'hydrogène fût oxidé, il ne pourrait jamais se former d'acide acétique. Le dégagement d'acide carbonique, observé par De Saussure, peut provenir de deux causes, savoir, de la continuation de la fermentation alcoolique du sucre non détruit, et d'un commencement de destruction de l'acide acétique formé. Un fait qui a singulièrement contribué à éclaircir la fermentation acétique consiste en ce que (Edmond Davy) la préparation de platine dont il a été question convertit l'alcool en acide acétique, circonstance dans laquelle l'alcool n'absorbe que de l'oxigène, ainsi que Dobereiner l'a fait voir, et exhale des vapeurs d'acide acétique, mais ne donne point d'acide carbonique.

L'alcool ne s'acidifie point seul, si ce n'est quand il est en contact avec cette préparation de platine ; pareillement, l'eau-de-vie ne devient point acide quelque étendue qu'elle soit. A la vérité, l'alcool a besoin d'être étendu jusqu'à un certain point pour entrer en fermentation, mais celle-ci ne s'établit pas sans le concours d'un ferment. C'est par cette raison que les vins de bonne qualité ne deviennent pas acides, parce qu'ils ont laissé déposer tout le ferment, tandis que les vins mauvais s'acidifient même dans des flacons bouchés.

Quoique l'alcool soit le corps qui sert principalement de base à la fermentation acide, plusieurs autres matières végétales sont susceptibles de subir cette fermentation, sans fermentation alcoolique préamable. Parmi ces substances, il en est même qui, selon toute apparence, ne donnent point d'alcool ; dans ce cas est la gomme, dont la dissolution étendue devient peu à peu acide. Quant au sucre, il peut, sous l'influence de certains corps, entrer directement en fermentation acide.

Un de ces corps est l'espèce particulière d'albumine végétale qui est précipitée par l'acide acétique du suc exprimé des pommes de terre et des topinambours. Dès que la formation de l'acide acétique a commencé, cet acide contribue singulièrement à ac-

‥rer la fermentation. C'est pour cela que les brasseurs et les fa-
‥ans d'eau-de-vie doivent nettoyer avec le plus grand soin les
‥s dans lesquels on a fait fermenter des liquides, pour enlever
‥ l'acide acétique avant de s'en servir de nouveau. Sans cette
‥aution, la masse s'acidifierait pendant la fermentation vi-
‥se, à mesure qu'il se formerait de l'alcool. L'acide acétique
‥donc lui-même un ferment propre à déterminer la fermenta-
‥ acide; et la levure, le levain qui est devenu acide, le pain
‥i, en un mot, les corps qui déterminent la fermentation
‥use, possèdent la même propriété dès que la fermentation
‥le y a commencé. On cite aussi, comme un corps propre à
‥rminer la fermentation acétique, la substance mucilagineuse
‥nue sous le nom de mère de vinaigre; mais, à l'état de pu-
‥, elle est dépourvue de cette propriété, qu'elle doit entière-
‥nt à l'acide acétique renfermé dans ses pores.

‥a liqueur devenue acide reçoit le nom de vinaigre.

‥a théorie des phénomènes de la fermentation alcoolique est
‥ore aujourd'hui très obscure, bien qu'elle ait été l'objet des
‥ditations d'un grand nombre d'habiles chimistes. On ne peut
‥e que des hypothèses plus ou moins vagues sur le rôle qu'y
‥e le ferment. Fournit-il une partie de ses élémens à l'alcool et
‥acide carbonique, ou son action se borne-t-elle simplement à
‥ *action de présence*? C'est ce qu'on ignore. Cependant cette
‥nière manière de voir paraîtra la plus vraisemblable si l'on
‥appelle que la composition du sucre peut être représentée par
‥e de l'alcool et de l'acide carbonique, moins une certaine
‥ntité d'eau, et que la fermentation ne peut avoir lieu en
‥sence de ce liquide.

‥e sucre de canne est représenté par 12 équivalens de carbone,
‥équivalens d'hydrogène et 11 équivalens d'oxigène, qu'on peut
‥duire en 4 équivalens d'acide carbonique $=4CO^2$, 2 équiva-
‥s d'éther $= 2\,(C^4H^5O^6)$ et 1 équivalent d'eau $=$ HO.

‥n effet, $C^{12}H^{11}O^{11} = 4CO^2 + 2(C^4H^5O^6) + HO$; si l'on ajoute
‥ette formule encore un équivalent d'eau, on en aura une
‥ntité précisément égale à celle qui est nécessaire pour trans-
‥ner tout l'éther en alcool.

En admettant donc que le ferment joue un simple rôle de p
sence, c'est-à-dire qu'il ne prend ni ne cède rien, mais qu'
borne à déterminer un nouvel arrangement moléculaire da
principes constituans du sucre, 100 parties de sucre crist
réagissent sur 5,025 d'eau et donnent 51,298 d'acide carbon
et 35,727 d'alcool absolu; total 105,025.

Le sucre de raisin, de son côté, a pour formule $C^{12}H^{14}O^{14}$ q
peut traduire en $4CO^2, + 2\ (C^4H^6O^2) + 2HO$, c'est-à
comme un carbonate double d'alcool combiné à 1 équiv
d'eau de cristallisation. On peut admettre que ce sucre s
compose par la fermentation en alcool et en acide carboni
en sorte que, loin de prendre de l'eau comme le sucre de ca
il en perdrait.

D'après l'équation suivante,

$$\underbrace{C^{12}H^{14}O^{14}}_{\text{Sucre de raisin.}} = \underbrace{4.\,CO^2}_{\text{A. carbonique.}} + \underbrace{2\ (C^4H^6O^2)}_{\text{Alcool.}} + \underbrace{2.\,HO}_{\text{Eau.}}$$

100 parties de sucre de raisin donnent en fermentant :

44,84 d'acide carbonique.
47,12 d'alcool absolu.
―――――
91,96
9,04 d'eau de cristallisation deviennent libres.
100,00

M. Dubrunfault a constaté que le sucre de canne en co
avec le ferment se transformait avec une extrême rapidité
cre de raisin, en fixant une certaine quantité d'eau ou
élémens, et que, si l'on filtrait et si l'on évaporait la liqueu
qu'à peine quelques bulles d'acide carbonique s'en étaie
parues, la conversion du sucre de canne en sucre de raisin
déjà eu lieu. Ce fait a été vérifié récemment par plusieur
mistes. Il nous permet de simplifier la théorie de la fermen
alcoolique ; car, au lieu de supposer que le sucre de ca
transforme en acide carbonique et en éther sulfurique qui
double ensuite dans son contact avec l'eau pour produire l'al
il est beaucoup plus simple d'admettre que c'est le sucre lui-m

qui fixe de l'eau, et que le sucre de raisin qui s'est produit, devenu carbonate d'alcool hydraté, se décompose en acide carbonique et en liqueurs piritueuse sous l'influence prolongée du ferment.

P....zz.

FERNAMBOUC (*Bois de*). On lui donne encore, dans le commerce, le nom de bois de Brésil, de Brésillet, de Sainte-Marthe, de Sapan, du Japon.

Il varie dans sa couleur : il y en a d'orangé, de jaune, de rouge; il est dur, pesant, compacte, moins coloré à l'intérieur qu'à l'extérieur; sa saveur est sucrée, son odeur un peu aromatique, sa décoction d'un beau rouge ou d'un jaune orangé, selon la nuance du bois qu'on a soumis à l'action de l'eau. Il est souvent employé pour faire de faux cramoisis sur la soie.

Pour obtenir le rouge sur laine, on fait bouillir pendant vingt-quatre heures vingt parties d'eau sur une partie de bois bien divisé ; puis on plonge six parties de laine dans le bain bouillant pendant le même temps ; on la lave avec soin et on la fait sécher. Cette laine a dû être préparée d'avance en la faisant bouillir avec une dissolution d'alun et d'un peu de tartre; sans cette précaution, la laine ne prendrait qu'une teinte faible, facilement destructible.

On emploie pour le faux cramoisi les mêmes doses de bois, d'eau et de soie que pour le rouge sur laine ; on prépare le bain de la même manière, si ce n'est qu'on y plonge la soie seulement à la température de 30 à 60 degrés, et qu'on l'y laisse pendant une heure et demie ; puis on la passe dans une dissolution alcaline pour donner la teinte cramoisie. Les couleurs fournies par le bois de Fernambouc ne sont point solides. Le moyen de leur donner de la solidité est de verser sur le bois de Fernambouc divisé de l'acide hydrochloronitrique en assez grande quantité pour le recouvrir ; on agite le mélange, on le laisse reposer et on décante la liqueur. D'un autre côté, on prépare l'étoffe par un faible engallage au moyen du sumac ou de la noix de galle, et par un faible alunage; puis, après l'avoir rincée, on la plonge dans un bain fait avec une dissolution acide de Fernambouc, étendue d'eau, et dans laquelle on a versé de

la dissolution d'étain jusqu'à ce qu'elle prenne une couleur de feu ; on y tient l'étoffe pendant une demi-heure, et on la lave. On peut aussi, à l'aide d'une dissolution d'étain, d'un fort engallage et d'une décoction de Fernambouc, donner au coton une teinte de cramoisi.

Les parties colorantes du bois de Fernambouc passent au jaune par l'action des acides, et deviennent solides ; mais elles se rapprochent de celles de la cochenille, en ce qu'elles reparaissent sous leur couleur naturelle, lorsqu'on les précipite à l'état de combinaison avec l'alumine ou avec l'oxide d'étain, combinaisons qui les rendent durables. Le principe astringent contribue aussi à leur solidité ; mais il en fonce la couleur, et ne peut être employé pour les nuances claires. Les alcalis donnent une nuance pourpre aux parties colorantes du Fernambouc, et l'on peut en faire usage pour former des pourpres et des violets. Mais ces couleurs n'ont qu'un éclat passager, et s'altèrent en peu de temps.

M. Chevreul a fait l'analyse de l'infusion du bois de Fernambouc dans l'eau. Outre le principe colorant et une matière analogue au tannin combiné à ce principe, il y a trouvé une huile volatile de l'odeur et de la saveur du poivre, de l'acide nitrique soit libre, soit combiné à de la potasse, à de l'ammoniaque et à de la chaux, et à une trace de sulfate de chaux. L'extrait sec de Fernambouc du commerce, indépendamment des substances ci-dessus indiquées, contient un peu de sucre et d'acide gallique; ses cendres renferment des carbonates de potasse et de chaux, du chlorure de potassium, de l'alumine, de la silice et de l'oxide de fer.

FIL, FILAGE, FILATURE (*Arts mécaniques*). Les élémens ou brins très divisés d'une substance filamenteuse, telle que la *laine*, le *coton*, le *chanvre*, le *lin* et la *soie*, étant disposés le plus également possible à côté les uns des autres et tortillés ensemble, forment un cylindre plus ou moins régulier, fin et allongé, qu'on appelle *fil*. L'art de faire les fils fera le sujet de cet article. Nous ne parlerons pas du filage au *fuseau*, qui est si simple et si connu qu'il est inutile de s'y arrêter. Nous avons

ité, à l'article CORDAGE, de la fabrication des *fils de Caret*, et 'article ROUET, de la machine usitée dans l'économie domestie pour faire les fils à coudre et à toile, machine qu'il faut n concevoir avant tout, parce qu'elle est la base de celles nt nous allons parler, et que cet ingénieux appareil présente, s la plus simple expression, l'effet composé de toutes les andes filatures. Ainsi, nous n'avons à traiter ici que des andes machines, les seules d'ailleurs qui ont de l'intérêt pour lecteur.

Le degré de finesse d'un fil s'exprime par un numéro, qui est rapport du poids à la longueur de fil contenu dans ce poids. l'article DÉVIDAGE, où ce système est expliqué).

Nous allons exposer les différens procédés de filage; mais, mme chaque substance filamenteuse a des propriétés spéciales, convient de traiter de chacune en particulier. Nous dirons alement que ces procédés consistent, en général, à préparer substance pour l'amener à former une sorte de ruban, qui, ssé entre des paires successives de cylindres tournans, s'étire s'allonge en s'amincissant, parce que la seconde paire de cydres tourne plus vite que la première et moins vite que la oisième. Ces rubans, amenés au degré de finesse voulu et sous paisseur la plus régulière, sont tortillés et forment enfin le . Analysons maintenant les détails de ces opérations.

I. *Filage de la laine grasse ou cardée* (pl. 15).

Nous supposons que la laine se trouve dans le commerce toute éparée pour subir immédiatement l'opération du filage, c'estdire qu'elle a été lavée, épluchée et triée. (*V.* LAINE).

On sait qu'autrefois la laine se cardait à la main, et qu'on en rmait des petits boudins de la longueur de 8 à 10 pouces, à ide des cardes mêmes. La fileuse prenait successivement ces udins dans sa main gauche, et les présentait au bout de la oche simple et sans bobine d'un rouet, tandis que de l'autre le imprimait un mouvement alternatif à la roue, tantôt pour rdre et former l'aiguillée, et tantôt pour l'envelopper sur la oche, ainsi que cela a lieu dans la *jeannette*, dont nous parle-

rons plus tard. Les doigts de la fileuse faisaient les fonctions de cylindres cannelés ou de la presse, qui lâchent successivement la quantité de boudin nécessaire pour former une aiguillée.

Nous ferons ici la remarque que nous avons déja faite à l'article Drap, que, pour toutes sortes de tissus, il faut deux sortes de fils, les uns pour la chaine et les autres pour la trame; ceux-ci doivent être plus moelleux ou moins tordus que les premiers, afin de se mieux prêter à l'opération du tissage.

Battage et démélage de la laine. D'après les procédés actuellement employés pour le filage de la laine cardée, la première opération est de la passer à la machine à ouvrir, qu'on nomme dans les fabriques Diable, Loup. (V. Drap.) Au sortir de cette première machine, on fait subir à la laine un second battage ou démêlage, accompagné de ventilation qui l'ouvre encore davantage, et qui la débarrasse de la poussière.

Huilage de la laine. La laine a besoin, pour être cardée et filée, d'être huilée. A cet effet, au sortir de la dernière machine, on la pèse, et puis on la porte dans une caisse doublée de plomb ou de fer-blanc. Mettant dans un arrosoir de l'huile d'olive de médiocre qualité en poids égal au quart de la laine, on la répand sur celle-ci: et ensuite, à l'aide d'une fourchette ou d'un râteau, on la remue jusqu'à ce que toute la masse de laine en soit également imprégnée: alors elle prend le nom de *laine grasse.*

Drossage de la laine. C'est le nom qu'on donne au premier degré de cardage. (V. Carde a Laine.)

Carde en fin ou à loquettes. (V. ce mot.)

Filage en gros de la laine cardée. Les loquettes ou boudins provenant de la carde en fin n'ont qu'une longueur très bornée, égale à la longueur du cylindre de décharge. Des enfans sont employés à les souder bout à bout, et à les placer dans des pots de fer-blanc, derrière la machine à filer en gros ou en doux. Ces machines sont de plusieurs espèces, bien que le principe, dans toutes, soit le même. C'est toujours une longueur déterminée de boudin primitif qui doit former une aiguillée de fil ou de mèche d'une longueur également déterminée, six ou huit fois plus, suivant le numéro du fil ou de la mèche qu'on veut obtenir.

dinairement, les gros fils destinés à la fabrication des draps mmuns se trouvent faits par cette première opération ; mais l s'agit de draps fins, on file le boudin en deux fois; on forme abord une mèche peu tordue, qu'une seconde machine analoe à la première réduit en fil. Ainsi, pour filer très gros, une le machine, qu'on nomme *jeannette*, suffit, mais il en faut x pour filer fin; elles sont ordinairement de 48 à 60 broches, une seule personne conduit. Il faut un ou deux enfans derre la machine en gros, pour souder les boudins, et un autre près de la fileuse, pour rattacher les fils qui cassent. Dans la chine en fin, un seul rattacheur suffit.

ns les jeannettes du système de Douglas, les broches sont ées par un chariot qui se meut comme dans les mulejs, mais que le fileur ou la fileuse pousse avec la main. ereill a rendu les broches fixes, et ce sont les autres parties étier qui se meuvent.

ellanger de Darnetal, près Rouen, a substitué des cylindres nelés à la presse, pour fournir la mèche nécessaire à chaque llée.

étier à filer en gros ou en doux. Ce métier est celui que James greaves inventa, en 1767, pour filer le coton, auquel il a le nom de *spinning-jenny*, et que nous appelons simple *jeannette* (pl. 15, fig. 1). Nous n'en représentons que les sitions principales dont nous avons besoin pour démontrer rincipe de ce mode de filage, qui n'est plus appliqué aujouri qu'à la laine grasse. Il est facile d'imaginer le mécanisme plémentaire au moyen duquel on imprime le mouvement au bour des broches, au chariot qui les porte, et à la presse qui e et lâche le boudin à l'instant convenable.

B représente une coupe verticale et transversale du chariot. voit qu'il est porté par quatre roues CC, deux à chaque bout; sont en métal et à gorge, pour rouler sur des barres de fer bien dressées, fixées sur la partie immobile du métier, llèlement entre elles, dans les mêmes plans verticaux que roues.

broches du métier, au nombre de 48 à 80. On les fait or-

dinairement en acier, et on les tourne d'un bout à l'autre : el
sont placées dans un même plan, susceptible de s'incliner pl
ou moins au gré du fileur.

E, tambour horizontal, qui transmet le mouvement aux br
ches à l'aide de ficelles sans fin EB, qui embrassent en mêm
temps ce tambour et la noix B des broches.

F, pièce de bois maintenue dans le chariot par deux écrou
et qui porte les collets dans lesquels passe et tourne l'axe du tam
bour E ; cela donne la faculté de tendre ou de lâcher les ficel
des broches.

G, baguette portée en avant du chariot par des fourchett
où elle tourne facilement environ un quart de tour. Un fil
fer ou de cuivre passé par les extrémités des leviers H, for
ment tendu et qui règne tout le long du métier, sert à faire c
der tous les fils à la fois sur leurs broches respectives.

I, tasseau en bois fixé sur la planche de recouvrement
chariot. Nous en verrons tout à l'heure l'usage.

K, mâchoire inférieure et fixe de la presse.

L, mâchoire supérieure et mobile de cette même presse. L'u
et l'autre ont toute la longueur du métier. Elles ont des de
qui se chevauchent réciproquement, pour mieux tenir le bou
ou la mèche qui passe entre elles.

M, tourniquet à levier qui, au moyen des pièces de fer
charnière N, soulève la mâchoire supérieure L, au moment
le tasseau I du chariot vient à passer sous la roulette du tou
niquet.

O, laminoir en bois qui fournit le boudin au métier;
toile sans fin embrasse le cylindre inférieur et circule sur
planche P, où des enfans soudent les boudins venant de la ca
à loquettes.

Tout étant ainsi disposé, le fileur porte sa main droite sur
manivelle de la grande roue du métier que nous n'avons pas
gurée, et la main gauche sur la baguette G du chariot; il
celui-ci, et l'éloigne de la presse qui est fermée. Alors, cha
fil s'allonge d'une quantité égale à l'espace que le chariot p
court, et cet allongement se fait avec la portion de loquette

que la presse a précédemment livrée. L'aiguillée finie est tordue, le fileur l'envide sur les broches, en ramenant le chariot vers et tout près de la presse. Le tasseau I en soulève la mâchoire supérieure, qu'un arrêt tient élevée, jusqu'à ce que le chariot, par un mouvement rétrograde, ait fait passer la quantité de boudin nécessaire pour former une nouvelle aiguillée. Dans ce moment, une détente fait partir l'arrêt, la presse se ferme, et le chariot continuant son mouvement rétrograde, achève son aiguillée comme tout à l'heure; et ainsi de suite.

Étant maître de faire partir la détente à un point quelconque de la course du chariot, et par conséquent d'avoir plus ou moins de boudin pour chaque aiguillée, qu'on fait toujours de la même longueur, on peut, de cette manière, régler le numéro du fil, si on le fait directement, ou de la mèche si on file en gros. Dans ce dernier cas, la torsion doit être fort peu de chose; on n'en donne que la quantité nécessaire pour que la mèche se soutienne et ait assez de consistance pour supporter l'envidage sans se rompre.

Métier en fin. Ce métier est absolument le même que celui que nous venons de décrire, excepté qu'il est alimenté par de la mèche préparée à la machine en gros, qu'on place sur le derrière du métier, dans un cadre et sur des broches disposés à cet effet, comme on le voit en R dans le métier en gros. Le laminoir O est supprimé et remplacé par une barre de bois, dans laquelle sont plantés des guides par où passent les mèches pour arriver dans la presse vis-à-vis les broches.

Métier de Bellanger pour filer en fin (fig. 2). C'est un mule-jenny à un seul laminoir A, dont le cylindre inférieur est en fer et cannelé, comme pour le coton, et le cylindre supérieur en bois avec axe en fer. La pression a lieu par le moyen de ressorts B. Ce laminoir, par un mécanisme particulier qui fait agir la grande roue du métier, délivre, à chaque voyage du chariot, la quantité de mèche nécessaire pour une aiguillée, ainsi que le fait la presse de la jeannette.

Le chariot CD est organisé comme ceux des mule-jennys; les broches E reçoivent leur mouvement des tambours verticaux F.

Le fileur n'a pas à s'occuper ici de donner le mouvement rétrograde au chariot, pour former l'aiguillée. C'est le mouvement général du métier qui le lui donne, comme nous le verrons à l'article COTON. L'envidage se fait comme à la jeannette.

On a depuis long-temps ajouté un mécanisme aux jeannettes en fin, qui fait rétrograder également le chariot, même avec une vitesse uniformément retardée vers la fin de sa course; ce qui donne un fil plus égal.

II. *Filage de la laine peignée* (pl. 15).

Les étoffes qui doivent être feutrées, et qui forment l'article DRAPS, sont fabriquées, comme nous l'avons vu, avec des fils de laine grasse et cardée; mais les flanelles, les étoffes rases, légères, non feutrées, connues dans le commerce sous le nom de *mérinos*, employées plus particulièrement à l'habillement des femmes, sont fabriquées avec des fils de laine peignée. (*V.* PEIGNAGE.) Ce filage s'exécute par des procédés qui diffèrent essentiellement de ceux qu'on emploie pour filer la laine grasse ou cardée. Le fil provenant de cette dernière sorte de laine n'a pas besoin d'être d'une égalité parfaite; mais il doit présenter une surface hérissée de poils qui garnissent et recouvrent le tissu, tandis que le fil de laine peignée doit être uni et formé de brins parallèles, ainsi que le fil de coton et de lin.

Au sortir de la main du peigneur, la laine se présente sous la forme d'un ruban d'environ un mètre de long, gros au milieu et effilé par les bouts. On leur donne, autant que possible, le même poids. C'est ce qu'on appelle un *peignon*; il ne contient que de la laine très pure, sans nœuds, sans ordures; ses filamens sont dirigés dans le sens de la longueur, mais imparfaitement.

Les machines préparatoires sont au nombre de six, savoir: 1° le défeutreur; 2° le tambour en gros; 3° le tambour en fin; 4° la machine à réduire; 5° la machine à réunir plusieurs rubans; 6° le bobinoir ou filature en gros. Toutes ces machines ont pour objet de former un boudin d'une régularité parfaite,

où tous les filamens de la laine se trouvent placés parallèlement entre eux.

La fig. 3 représente la coupe verticale du peigne continu de M. Viéville Declanlieux, ou *peigne défeutreur :* on a omis les axes, roues d'engrenage, poulies, leviers de pression et petites pièces accessoires, faciles à imaginer et à établir.

ABCD, bâti sur lequel posent les machines, car il y en a ordinairement quatre absolument semblables à côté l'une de l'autre, dont la largeur est de 4 à 6 pouces.

E, premier laminoir. Les cylindres sont en bois, et ont 3 pouces de diamètre ; ils sont médiocrement pressés l'un sur l'autre. C'est le *laminoir nourrisseur.*

F, peigne continu inférieur ; il se meut dans le sens indiqué par la flèche *a.*

G, peigne supérieur, tournant avec la même vitesse que le peigne inférieur, dans le sens de la flèche *b.* Il faut remarquer que les rangées de dents légèrement inclinées en avant sont alternées de l'un à l'autre peigne ; c'est-à-dire que la rangée de l'un correspond au milieu de deux rangées de l'autre. Nous en expliquerons plus loin la construction et le jeu.

H, cylindres cannelés qui font circuler les peignes.

I, contre-cylindres également cannelés. Les supports à fourchette dans lesquels ils tournent sont fixés de manière à pouvoir tendre les peignes.

K, petits cylindres de tension, pour faire prendre la direction convenable à chaque peigne.

L, deuxième laminoir, qui retire la laine des peignes. Les cylindres sont en bois, et portent 3 pouces de diamètre ; l'inférieur est entretenu net par une brosse ; c'est par son axe prolongé qu'on donne le mouvement à toute la machine. Le cylindre supérieur est à *papillon,* c'est-à-dire que son contour se recouvre successivement de petites feuilles de parchemin, tenues par un de leurs bords avec de petites clefs, dans des cannelures pratiquées longitudinalement à la surface dudit cylindre (fig. 4). Ce même cylindre est fortement pressé sur l'inférieur par des romaines.

Le rapport de vitesse du premier au deuxième laminoir, est : : 1 : 4 ; la vitesse du peigne est moyenne géométrique entre ces deux nombres, c'est-à-dire 2. Une trop grande vitesse nouerait et feutrerait la laine. On ne leur fait parcourir que 5 à 6 pouces d'espace par seconde environ.

M, lunette ou entonnoir en cuivre, à travers lequel passe le boudin sortant du deuxième laminoir.

N, troisième laminoir, dont l'excès de vitesse sur le deuxième est fort peu de chose ; ils ont la même vitesse angulaire ; mais on donne aux cylindres du laminoir n° 3 un peu plus de diamètre.

Actuellement, je reviens à la construction des peignes, qui demande à être expliquée pour bien comprendre leur jeu. Le peigne est formé d'une suite de petites plaques rectangulaires de fer-blanc, unies les unes aux autres à charnière et à recouvrement à peu près à moitié, comme les ardoises d'un toit. (*V.* fig. 5 et 6, où je les ai représentées sur une échelle double.) Ces plaques sont découpées à un emporte-pièce ; on ménage aux quatre angles des petits disques, qu'on replie ensuite d'équerre, et qui servent à faire les charnons qui unissent les plaques les unes aux autres. Pendant que cette chaîne se meut en ligne droite, les dents *m*, soudées à la plaque inférieure, présentent toute leur saillie, moins l'épaisseur de la plaque supérieure qui, à cet endroit, est fendue ; mais à mesure que ces plaques arrivent sur les cylindres cannelés H (fig. 6), qui les font circuler, ces plaques, en raison de la convexité des cylindres, cessent d'être appliquées l'une sur l'autre. La partie *n*, percée à jour pour le passage des dents, s'éloigne et finit par dépasser les extrémités des dents *m*, et à en dégager les filamens que le laminoir n° 2 saisit de suite. De cette manière, chaque plaque fait la fonction de peigne et de barrette en même temps. On voit que les deux peignes supérieur et inférieur, cheminant parallèlement pendant quelque temps, et ayant leurs rangées de dents alternées et se croisant, font d'un seul coup un peignage double sur les peignons, qu'on présente deux à deux au laminoir n° 1.

D'après les relations de vitesse que nous avons supposées aux

laminoirs et aux peignes, le ruban sortant du dernier laminoir sera réduit à moitié de la grosseur du peignon primitif, puisqu'on en fournit deux de ces derniers à la fois.

Tambour en gros. Le ruban sortant du défeutreur, au lieu d'être reçu dans des pots de fer-blanc, est de suite dirigé vers un grand tambour de 6 pieds de diamètre, tournant sur son axe, et sur le contour duquel il s'enveloppe successivement sur lui-même, jusqu'à ce que toute la pesée, une livre, plus ou moins, mais toujours la même quantité, soit entièrement passée.

Tambour en fin. Il est semblable au précédent; son objet est d'égaliser encore davantage le ruban, en le doublant, l'étirant et le repliant encore une fois sur lui-même. La machine à peigne, placée devant ce deuxième tambour, a des dents un peu plus fines et plus rapprochées que pour le défeutreur.

Machine à réduire ou étirage. Elle est construite comme le défeutreur, mais ses peignes sont beaucoup plus fins, et l'étirage est plus considérable.

Machine à réunir. Le ruban sortant des étirages étant déja très fin, il est nécessaire, pour le passer au boudinoir, d'en réunir plusieurs ensemble, six par exemple; et comme l'étirage à cette dernière machine n'est que de quatre fois, il s'ensuit que le ruban se fortifie. Les dents des peignes ici sont très fines et très rapprochées les unes des autres. La largeur des machines est aussi beaucoup moindre.

Boudinoir ou machine en gros. Toutes les opérations précédentes ont eu pour objet de former un ruban parfaitement égal; mais on ne peût pas le présenter aux machines à filer en fin sous cette forme; il faut qu'il soit roulé en boudin et enveloppé sur des bobines.

Le boudin n'est pas tordu et ne doit pas l'être; il est seulement roulé sur lui-même, afin de lui donner de la consistance en rapprochant les filamens les uns des autres.

A cet effet, une machine à peignes d'une grande finesse, mais plus étroits que dans les machines précédentes, est placée devant le boudinoir. Nous décrirons celui qu'a adopté M. Viéville (fig. 7 et 8), et celui qu'a imaginé M. Lagorsay (fig. 9,) pour bou-

diner la mèche dans la filature du lin, et qui nous paraît de nature à être employé pour la laine peignée.

La fig. 7 est une coupe verticale suivant la ligne *ab*.

La fig. 8 est le plan d'un des quatre systèmes qui composent le boudinoir.

A, cylindres en bois, qui ont des têtes ou rebords B comme des bobines; ils sont enveloppés l'un et l'autre par un manchon en cuir C, qu'ils font circuler avec une vitesse égale à celle du ruban D venant du peigne.

E, cylindre également en bois, mais recouvert de cuir, placé au dessus et vis-à-vis le milieu des deux cylindres A, qui reçoit en même temps deux mouvemens à la fois, l'un de rotation égale à celui du cuir C, et un autre très rapide de va-et-vient dans le sens de son axe. Il laisse entre lui et le cuir un intervalle un peu moindre que le diamètre du boudin. Je n'explique pas ici le mécanisme qui produit tous ces mouvemens; ce sont des roues d'engrenage combinées de manière à donner les vitesses convenables. Le mouvement de translation du cylindre E est produit, soit par un axe à manivelle et des leviers angulaires de renvoi, soit par une rainure ou des plans inclinés. Le boudin ainsi roulé à son passage entre le manchon de cuir C et le cylindre E, se rend au bobinoir F, qui a, comme le cylindre E, deux mouvemens, l'un de rotation, pour faire envelopper le boudin sur la bobine G, et l'autre de va-et-vient, mais uniforme, pour répartir également le boudin sur toute la longueur du corps de la bobine.

La fig. 9 représente un tube en cuivre, tournant sur deux collets en A, B, par le moyen d'une ficelle ou cordelette sans fin, qui passe dans la gorge *cd*.

m, est une petite poulie très libre sur son axe.

La mèche traversant ce tube passe sur la poulie *m*, et s'en va être roulée sur la broche à ailette d'une continue, ou par le moyen d'un bobinoir.

Machine à filer en fin. Les bobines, étant pleines de boudin au niveau de leurs têtes, sont apportées derrières les machines à filer en fin, qui ne sont autre chose que des mule-jennys pour

filer le coton. (*V. Filage du coton à la mule-jenny.*) Il y a néanmoins une grande différence entre le rapport de vitesse des cylindres et des broches. Le fil de laine, à numéro égal, n'est pas à beaucoup près aussi tordu que le fil de coton.

Quand on veut filer très fin, aux numéros 80 à 100, on fait des mule-jennys à quatre laminoirs (fig. 10), qui étirent jusqu'à 10 ou 12 fois. On ne presse que les laminoirs extrêmes AB, au moyen d'une selle C et d'une romaine D. Les laminoirs intermédiaires EF ont des vitesses moyennes entre les extrêmes. Les cylindres de pression de ces deux laminoirs sont en plomb et recouverts de peau; ils n'agissent que par leurs poids. Le cylindre de pression du laminoir A de devant est à *papillon*. Les distances respectives des laminoirs sont variables, afin de pouvoir les placer convenablement, suivant la longueur des brins filamenteux. On obtient un fil beaucoup plus égal en donnant au chariot un mouvement rétrograde retardé. Webber obtenait ce résultat en faisant envelopper la corde qui tire le chariot sur une fusée conique; John Collier l'obtient par une vis dont le pas diminue du commencement à la fin, et qui, en tournant uniformément sur elle-même, entraîne le chariot à l'aide d'un mentonnet qui entre dans le pas de la vis.

III. *Filage de la laine peignée en Angleterre* (pl. 15).

Les métiers dont les Anglais font usage pour filer la laine peignée n'ont rien de compliqué.

Le premier métier, qui n'est que de deux broches (fig. 11), se compose de deux laminoirs A, B, dont les deux cylindres inférieurs sont en fer et cannelés, et les supérieurs en bois revêtus de cuir comme pour la filature du coton. La pression s'exerce directement par des poids C, D, et des crochets mis à cheval sur le milieu des axes des cylindres supérieurs. La relation de vitesse du laminoir A au laminoir B est comme 2 : 5, ou : : 1 : 3, suivant la nature des laines. Le laminoir A est porté par un support mobile qui permet de l'approcher ou de l'écarter du laminoir B.

E, cylindre armé de pointes, tournant très lentement sur son

axe, et livrant au laminoir A, dont la vitesse à la circonférence est triple, les peignons de laine placés dans l'auge F.

G, broche à ailette en tuyau ouvert, pour la conduite du boudin sur la bobine. Cette broche tourne très lentement; on ne donne au boudin qu'une torsion capable de le soutenir pour son envidage sur la bobine.

Le mouvement de va-et-vient de la bobine s'opère par les excentriques ordinaires qu'on connaît déja.

Le deuxième métier est de quatre broches à ailettes en tuyau comme dans le premier métier (1); mais il se compose de trois laminoirs A, B, C (fig. 12); les deux premiers sont portés par des supports mobiles qui permettent de les écarter plus ou moins entre eux, et du laminoir C, suivant la longueur des brins de laine. Le rapport de vitesse des deux laminoirs extrêmes A,C, est comme 1 : 4. Le laminoir du milieu B n'est là que pour maintenir le ruban; sa vitesse est moyenne entre les laminoirs extrêmes. Le cylindre de pression est en plomb recouvert de peau, et n'agit que par son poids.

Les bobines, pleines de boudins formés au premier métier, sont placées en D derrière le laminoir A, de manière que trois de ces boudins réunis viennent passer dans la lunette E, placée vis-à-vis le milieu de ce laminoir. Ce métier contient quatre broches tournant, comme dans le premier, très lentement. Ne mettant que trois torons derrière et étirant quatre fois, il en résulte un boudin un peu plus fin que le premier.

La troisième machine est composée de la même manière, mais elle contient six broches.

La quatrième, qui est encore de même, en contient huit.

La cinquième en contient dix; et comme cette suite de doublage et d'étirage donne à cette dernière machine une mèche déja

---

(1) Nous voulons dire qu'une des branches de l'ailette est façonnée en tuyau presque fermé, laissant une fente d'environ 2 lignes dans toute la longueur par laquelle on introduit la mèche. Cette fente est sur la partie antérieure qui, dans le mouvement de rotation, frappe l'air; de sorte que la mèche, étant ainsi protégée, ne se détourne pas de sa direction.

es fine, les bobines et les broches sont un tiers plus petites que ns les premières.

La sixième est la machine à filer en fin; elle est double, et rte de chaque côté cinquante broches. Les laminoirs sont au mbre de quatre; ils sont disposés comme dans la fig. 10. Les ux extrêmes seuls sont pressés par des poids suspendus à des ochets, comme dans les machines précédentes. Les cylindres périeurs des deux laminoirs du milieu sont en plomb, et ne essent que par leurs poids. Le rapport de vitesse des cylindres trêmes est ici de 6, 8, 10, suivant la finesse de la mèche et le méro du fil qu'on veut obtenir. Il n'y a plus dans la filature en de doublage; on met derrière la machine autant de bobines ines, venant de la cinquième, qu'il y a de broches, c'est-à-re 100. Les ailettes des broches sont comme dans les métiers ntinus à coton.

En supposant qu'on mette toujours trois boudins derrière aque machine à étirer, on voit que le boudin final ou le fil en , est composé de 3.3.3.3 = 81 boudins primitifs.

IV. *Filage du coton* (pl. 16).

Nous allons décrire les diverses machines employées dans les ndes filatures, dans l'ordre où on les met en pratique; cette ustrie étant moderne et d'invention anglaise, nous donnerons anglais et en français les noms de ces machines.

Le coton en laine est tellement comprimé dans les balles, qu'il t commencer par l'ouvrir et l'éparpiller grossièrement à la in, et ensuite le battre à la baguette, sur une claie en cordes bien tendues. Après cela, il est livré aux éplucheurs, qui t soin d'en retirer toutes les ordures et d'ouvrir les nœuds rs qui pourraient s'y trouver encore. Celui qui est destiné à re des numéros élevés doit être battu et épluché avec la plus upuleuse attention.

Ce travail préparatoire du coton, avant de le faire passer à la rderie, se fait actuellement, quand il s'agit de numéros peu vés, jusqu'au numéro 100, à des machines qu'on nomme *batrs-éplucheurs*, et *batteurs-étaleurs*, *batting machine*.

Dans la première de ces machines, le coton, tel qu'il
ballé, est jeté par poignées sur une toile sans fin qui circ
devant de deux cylindres alimentaires; ceux-ci le présentent
tion extrêmement vive d'un volant à deux battans, faisant 8
révolutions par minute; lequel volant, après avoir comm
ouvrir le coton, le jette à son tour à un second battoir pl
suite du premier, mais dont la vitesse est la moitié moind
coton, dans ce trajèt, se trouve déja parfaitement ouvert
pouillé de la poussière et des ordures qu'il pouvait conten
cueilli et pesé, il passe à la seconde machine, où il éprou
second et dernier battage; après quoi, par l'effet d'un v
teur qui produit une espèce de vide dans un cylindre
métallique, le coton va d'abord s'appliquer contre cette
ensuite se rouler en nappe sur un cylindre fortement pres
un autre cylindre, qu'on nomme *retireur*.

Nous donnons une idée de la composition de ces batteu
une coupe verticale dans le sens de la longueur. (*V.*
fig. 1 et 2.)

A, toile sans fin qui circule dans le sens indiqué par
ches, sur laquelle on jette le coton par poignées le plus ré
rement possible.

B, cylindres alimentaires en fer et cannelés, fortement
l'un sur l'autre par des poids; ils saisissent le coton q
amène la toile sans fin A, et le présentent au premier b

C, premier batteur tournant sur son axe dans le sen
flèche, avec une vitesse de 8 à 900 tours par minute. L
est le plan du volant.

D, grillages en tringles de fer, de forme circulaire c
trique à l'axe du volant, placé au dessous de celui-ci, à
lequel s'échappent les ordures et une partie de la poussi
tombent dans un coffre.

E, autre grillage faisant suite au premier, mais dont
guettes sont placées dans un sens perpendiculaire à la di
des premières.

F, autre toile sans fin, qui remplit à l'égard du deu
batteur la même fonction que la toile A du premier batte

, cheminée par où s'échappe une partie de la poussière qu'on duit hors de l'atelier. Le bas x de cette cheminée est garni ne toile métallique en cuivre, afin d'arrêter les flocons de on que pourrait entraîner le courant d'air.

, deuxième batteur, disposé comme le premier, mais dont vitesse est la moitié moindre.

, toile sans fin qui amène le coton hors de la machine en y, il tombe sur un grillage en bois incliné K, qu'on fait agiter, s le sens vertical, par les cames que porte à ses deux bouts cylindre y.

Le coton, ainsi ouvert et battu une première fois, est posé et adu en nappe sur une toile à rouleau, qu'on place derrière le *ur-étaleur:* on l'appelle ainsi, parceque le coton, après avoir sé encore à deux batteries successives, mais moins vives que s le premier batteur, se trouve étalé, ou pour mieux dire lé en nappe assez régulière sur un cylindre qu'on porte der-re la carde en gros.

Pour former régulièrement cette nappe, il fallait réunir les s de coton extrêmement éparpillés par le dernier batteur. a fait habilement usage pour cela d'un cylindre tournant tement sur son axe, dont l'enveloppe est en toile métallique. tirant l'air de l'intérieur de ce cylindre, au moyen d'un ven-teur placé dans la cheminée par où s'échappe la poussière, il résulte une espèce de vide vers lequel tous les brins épars de on se précipitent et viennent, en s'appliquant sur la toile mé-ique, former la nappe, qui se roule ensuite sur un cylindre pression.

Nous répétons que le coton travaillé de cette manière n'est tiné qu'à de gros numéros; celui qu'on doit filer fin est battu baguette sur des claies, et ensuite épluché par des femmes les enfans avec le plus grand soin.

Carde en gros ou à nappe, carding machine. Le coton battu et ché, soit à la main, soit aux machines, est apporté à la pre-re CARDE. (*V.* ce mot.) Mais, pour ne pas interrompre la série opérations, nous décrirons les cardes, dont les bâtis sont en fondu, comme les bons constructeurs les font aujourd'hui

(fig. 3). C'est une coupe verticale perpendiculairement
lindres de la carde en gros ou à nappe.

A, cylindre chargé de la nappe préparée par les op
précédentes.

B, toile sans fin qui circule au moyen de deux cylind
une vitesse égale à celle des cylindres alimentaires C, (
sentent le coton au grand tambour D : celui-ci a son
garni de plaques de cardes d'un numéro plus ou moins fin
exemple. L'essentiel est que ce tambour tourne extré
rond : il doit être construit de matériaux nullement sus
de se déformer ; son diamètre est de 3 pieds, et sa vites
viron 100 tours par minute.

E, chapeaux dont la face tournée vers le tambour D es
de cardes ; ils sont soutenus dans une direction parallè
du tambour, et de manière à pouvoir régler leur distan
même tambour. Le bout des dents de cardes qui garnis
uns et les autres doit être aussi près que possible, mai
ment se toucher.

F, autre tambour dont la surface est également ga
cardes, mais en rubans roulés autour en hélice (fig. 5 et
d'obtenir une nappe continue. Le diamètre de ce tambour
appelle *délivreur*, est ordinairement de la moitié de c
grand tambour, et sa vitesse d'un dixième, c'est-à-dir
tours par minute.

G, peigne qui détache le coton du tambour délivre
peigne, dont la longueur est égale à celle du tambour,
comme une scie à dents très aigues, rondes et bien polie
çoit un mouvement de va-et-vient, dans le sens vertica
part d'un axe à deux coudes *a*, qu'une corde sans fin *b*, (
brasse à la fois une poulie que porte l'axe du grand tamb
cet axe à deux coudes lui donnent, au moyen de deux bi
dont le prolongement au dessus du peigne passe dans des g
(fig. Nous ferons remarquer que ces deux dispositions trè
nieuses de garnir le tambour délivreur de cardes en rub
avoir une nappe continue et le peigne qui la détache, so
au génie inventif de R. Arkwrihgt. On se souvient qu'a

femmes retiraient le coton du tambour délivreur en loquettes, moyen de cardes à mains.

., gros tambour, sur lequel s'enveloppe la nappe de coton à ure que le tambour délivreur la fournit.

, cylindre en bois, dont le diamètre et la vitesse sont calculés manière à donner au tambour H, sur lequel il presse de tout poids, le mouvement convenable pour débiter la nappe.

La quantité de coton que porte le cylindre A, étant toute passet enveloppée sur le tambour à nappe H, on enlève cette nappe la rompant dans un endroit parallèlement à l'axe, et on la te à la carde à ruban.

Carde à ruban, card finishing. (Fig. 4) Élévation de la carde, e du côté des engrenages. (Fig. 5) Plan de la carde. (Fig. 6) vation vue de bout du côté du peigne.

La nappe venant de la carde précédente, étant formée d'un tain nombre de nappes simples, redoublées sur elles-mêmes pressées par le cylindre supérieur, a assez de consistance pour e prise et entraînée par les cylindres nourrisseurs de cette derre carde, sans la faire conduire par une toile sans fin chemint simultanément. Elle est mise au devant de ces cylindres, t bonnement sur une table assez longue pour la recevoir.

:, cylindres alimentaires formant laminoir comme dans la de en gros.

), tambour formé de deux cercles en fonte et de douves en s bien sec de chêne ou d'acajou, fixées avec des boulons sur cercles. C'est la pièce importante de la carde. Il faut qu'il me exactement rond.

:, chapeaux de la carde; ils sont au nombre de 9, 11 ou 13, cés isolément au dessus du tambour D, de manière à voir les en approcher ou les en éloigner à volonté. A cet t, leurs deux extrémités posent sur des têtes de vis engagées s des courbes placées de côté et d'autre, qui leur servent upport. La surface inférieure de ces chapeaux est garnie de des.

', cylindre de décharge dont le diamètre est la moitié de i du grand tambour; il est construit avec les mêmes soins

que celui-ci; mais, comme il est garni d'un ruban de ca
qu'on ne cloue qu'aux deux bouts, on peut faire son contour
métal, en cuivre, par exemple. C'est ainsi que les fait M. Ca
Son axe tourne dans des collets mobiles, qui permettent de l'a
procher ou de l'écarter, au moyen de vis de rappel du gros ta
bour.

G, peigne qui, par son mouvement de va-et-vient, détache
coton cardé du cylindre de décharge. Tout cela s'exécute, com
dans la carde en gros, par l'axe coudé *a* et la corde sans fin
qui embrasse à la fois les deux poulies *c*, *d*, (fig. 5 et 6).

H, entonnoir en cuivre dans lequel passe le coton à mes
que la carde le fournit.

I, laminoir en cuivre qui retire ce coton. Le diamètre du c
lindre inférieur de ce laminoir doit avoir une vitesse telle, q
le ruban soit légèrement étiré.

K, pot de fer-blanc dans lequel on reçoit le ruban.

Le mouvement est donné à la carde par une courroie sa
fin, que le moteur général de l'établissement fait circuler, et q
passe sur la poulie L fixée sur l'axe du grand tambour, en d
hors du bâti. Une autre poulie M, placée à côté de la précéden
mais qui tourne librement sur l'axe du tambour, sert à suspe
dre le mouvement de la carde, en faisant, à l'aide d'un levi
guideur, passer la courroie de l'une à l'autre poulie.

La transmission des mouvemens est établie par une suite d
roues d'engrenage direct, qu'on faisait autrefois en cuivre, ma
qu'on fait actuellement très bien en fonte de fer. On faisait a
trefois des cardes en fin à deux rubans; mais alors on était ob
ligé de donner 40 pouces de longueur aux cylindres, ce qui le
rendait par trop sujets à se déformer. A présent on les fait à u
seul ruban.

Les cylindres et les chapeaux étant garnis de leurs cardes, on
affûte celles-ci avec de l'émeri en gros grains, fixé avec de la
colle, sur des morceaux de bois bien dressés. Ces meules artifi-
cielles sont disposées sur le bâti de la carde, de manière qu'en
faisant tourner les tambours en sens inverse, le bout des dents
soit graduellement usé jusqu'à ce que tous, ou presque tous, se

ivent sur la surface du cylindre. Le chapeau à émeri, c'est qu'on nomme cette meule artificielle, peut non seulement rapprocher des tambours à mesure que les dents des cardes raccourcissent; mais on lui donne encore un mouvement de et-vient dans le sens de sa longueur, afin de faire varier les nts de contact.

Le premier affûtage d'une carde exige le plus grand soin, et e quelquefois un ou deux jours entiers; mais ce travail étant fait, si les cylindres ne se déforment pas, les affûtages suis, qu'on est obligé de donner de temps en temps, se font en e heure ou deux.

Les chapeaux, pouvant s'enlever séparément, sont affûtés à machine particulière composée d'un tambour égal en diaètre et en longueur au gros tambour de la carde, et dont la rface est garnie d'émeri. Ce tambour, tournant sur lui-même, même temps qu'il a un mouvement de va-et-vient dans le s de son axe, agit sur la carde du chapeau fixé entre des vis rappel qui permettent de l'en approcher plus ou moins, et i donnent à cette carde étroite, clouée sur le chapeau, une surce concave, dont la courbure est égale à celle du gros tambour r lequel, pour le travail, les chapeaux sont placés.

Étirage, drawing frame. Le coton, amené à l'état de ruban r la carde en fin que nous venons de décrire, est apporté dent la machine que nous nommons *étirage*, dont l'objet est de ubler, de redoubler et d'étirer en même temps le ruban, afin btenir, par des compensations multipliées, un grand nombre fois, et par des allongemens dans une proportion un peu plus rte, un beau ruban final de grosseur uniforme, où tous les amens du coton ont une direction parallèle (fig. 7).

A, pots de fer-blanc, dans lesquels sont les rubans venant de carde en fin.

B, premier laminoir, composé d'un petit cylindre inférieur en r cannelé, et d'un cylindre de pression garni de drap, et d'une veloppe extérieure de cuir égal et uni.

C, deuxième laminoir, composé de même, mais dont les cylindres sont d'un quart plus gros.

D, troisième laminoir, composé comme ce dernier.

E, laminoir de décharge, dont la vitesse à la surface est [illegible] même qu'au troisième laminoir D.

F, pot en fer-blanc, dans lequel on reçoit le ruban.

G, corde ou courroie sans fin, par laquelle on donne le mou[illegible] vement, à l'aide des poulies H et I, aux quatre têtes d'étira[illegible] semblables à celle-ci, dont se compose la machine.

La vitesse du premier laminoir étant 1, celle du deuxième [illegible] 3, et celle du troisième est 5 ; de sorte que l'étirage est de ci[illegible] fois ; et comme le doublage n'est que de quatre, il s'ensuit [illegible] le ruban à sa sortie, dans chaque tête d'étirage, se trouve d[illegible] cinquième plus fin qu'à son entrée. Ainsi, le ruban final do[illegible] par la quatrième tête se compose de 4.4.4.4 = 256 de ru[illegible] primitifs, ou la quatrième puissance de 4.

Le plan et la vue en élévation font voir la disposition des e[illegible] grenages qui transmettent le mouvement.

(*Lanternes, roving-frame*, fig. 9, 10, 11.) Les ruba[illegible] sortant de la dernière tête d'étirage, sont encore mis de[illegible] à deux devant une cinquième tête d'étirage, composée se[illegible] lement de deux laminoirs A, B, étirant dans le rapport de 1 à [illegible] Mais le ruban, en sortant du dernier laminoir B, au lieu [illegible] tomber, comme dans les têtes d'étirage, dans des pots immo[illegible] les, tombe dans des lanternes C en fer-blanc, tournant le[illegible] ment sur leurs pivots D, au moyen de cordes sans fin E ; ce q[illegible] donne au ruban un léger degré de tors. Ces lanternes, ayant [illegible] forme de cônes tronqués, ont une porte du haut en bas qui s'[illegible] vre à charnière, pour en tirer le boudin quand elles en sont pl[illegible] nes. Ces portes sont fermées ensuite par une virole qui desce[illegible] à moitié de la hauteur.

Ce boudin, qui se trouve actuellement composé de 2×256=5[illegible] rubans primitifs, étant légèrement tortillé par son passage [illegible] lanternes, a assez de consistance pour être mis sur des bob[illegible] à l'aide d'une *bobineuse*, machine représentée fig. 8. Un [illegible] banc porte 3 à 4 cylindres A, de 6 pouces de diamètre et de l[illegible] gueur, montés sur le même axe en fer, qu'on fait tourner [illegible] une manivelle. Des poupées qui soutiennent les cylindres se p[illegible]

longent jusqu'en haut, reçoivent les bobines B, dont le corps pose sur le contour des cylindres, de manière que, quand on tourne la manivelle, toutes les bobines tournent aussi par simple frottement. La mèche ou *boudin* C s'enveloppe à mesure sur le corps de la bobine, ou des bobines quand il y en a plusieurs. L'ouvrière pousse et tire alternativement la tringle D, sur laquelle passe, entre des chevilles, le boudin pour le faire enrouler également sur toute la longueur du corps de la bobine. Ce va-et-vient est limité à cette longueur. Il y a des bobineuses où ce mouvement est produit par la rotation même de l'axe des cylindres, au moyen d'un excentrique double.

Filage en gros ou en doux. Les machines à filer en gros et en fin par les *mule-jennys*, de l'invention de Crompton, étant construites sur les mêmes principes, et ne différant que par la dimension de quelques pièces que nous ferons remarquer, nous allons, pour ne pas multiplier inutilement les figures, expliquer le filage en gros par le moyen du métier à filer en fin (fig. 12), qui représente en élévation le côté droit d'une mule-jenny.

Les bobines chargées de boudins sortant des lanternes, sont placées verticalement en A sur le derrière du métier, dans un encadrement disposé à cet effet.

B, C, D, laminoirs dans lesquels s'opère le filage. Les cylindres inférieurs sont en fer et cannelés; le diamètre des deux premiers est de 9 lignes, avec 45 cannelures; le diamètre du troisième est de 12 lignes, 60 cannelures. Le rapport de vitesse du premier au second n'est que de $\frac{1}{13}$. Le rapport de vitesse du second au troisième est ordinairement de 3, plus ou moins, suivant la finesse qu'on veut donner à la mèche. Ils sont placés sur des supports qui permettent d'écarter les deux premiers du troisième, de manière que la distance de leurs centres soit plus grande que la longueur de la soie du coton. Indépendamment de l'allongement donné par la différence de vitesse des cylindres, il y a encore celui qui résulte de la différence des diamètres. Dans la supposition que nous avons faite, nous aurions un allongement $= \frac{1}{13} + 3 + \frac{1}{4} = 3,33$. Les cylindres supérieurs ou de pression sont en bois, avec des axes en fer; ils sont recouverts

de drap et ensuite de peau de basane à surface unie et tirée d'épaisseur. On coud, ou l'on colle cette dernière enveloppe de manière à ne pas former de grosseur. La pression s'exerce par des romaines, de manière à être proportionnelle à la vitesse des cylindres; celui de devant, ayant trois fois plus de vitesse que le second, doit être pressé trois fois plus. (*V.* cette disposition, fig. 13.) Dans la filature en gros, chaque romaine presse deux fils, et dans la filature en fin, elle en presse quatre. Les métiers en gros sont ordinairement de 108 broches, et ceux en fin du double, sur une même dimension.

La mèche, à sa sortie du troisième laminoir D, vient se fixer sur les broches E que porte le chariot F, mobile sur ses roues G, qu'un mécanisme, mis en mouvement par la grande roue H du métier, fait reculer avec une vitesse égale à celle qui produit la mèche, et même un peu plus, 4 pouces environ sur une aiguillée de 5 pieds. Les deux principes de filage de Hargreaves et d'Arkwright, ainsi combinés, donnent une mèche ou un fil plus égal, parce que l'allongement que produit le tirage du chariot se fait aux dépens des grosseurs toujours moins tordues que les endroits minces. Pendant ce temps, la même grande roue H donne le mouvement de rotation aux broches par le moyen de cordes sans fin, de poulies de renvois et des tambours, du chariot, et aux laminoirs par des engrenages d'angle et un axe incliné I. Le chariot arrivé au bout de sa course, dans la position que nous avons ponctuée, fait partir une détente. Alors son mouvement cesse ainsi que celui des cylindres. Le fileur, s'il trouve que la mèche n'est pas assez tordue, fait faire un ou plusieurs tours à la roue, et puis il envide l'aiguillée sur les broches, en ramenant le chariot à sa première position, près des cylindres, où une autre détente rétablit toutes les communications de mouvement, comme auparavant. Je n'ai figuré et décrit que les parties principales de ce mécanisme; le surplus se conçoit aisément, car il ne s'agit que de faire désengrener, quand le chariot arrive à la fin de sa course, la roue d'angle K qui transmet le mouvement aux cylindres, et de rétablir cet engrenage au retour du chariot, ce qui a lieu sans que le fileur s'en mêle. La roue L, qu'un pignon

ır le cylindre inférieur de devant fait tourner, et qui, au moyen une poulie à gorge angulaire qui lui est accolée, et qu'elle enaîne dans le sens de la flèche, laisse cette poulie libre de tourer dans le sens contraire quand le chariot revient vers les cylinres. La corde M menée par cette poulie, et qui mène à son tour chariot, est libre alors de rétrograder. Cette même disposition lieu de l'autre côté du métier pour maintenir le chariot dans outes ses positions, toujours parfaitement parallèle à la ligne es cylindres.

Les broches, dans les métiers en gros, sont espacées de 3 pouces; la partie supérieure aux collets est ordinairement en bois, rec une rondelle ou esquive, contre laquelle le fileur commence envelopper la mèche. Les broches étant pleines, les fusées de oches en sont retirées en les soulevant un peu au moyen de ces quives, qu'on laisse retomber à leur place. Ensuite le fileur, our s'éviter la peine de rattacher chaque fil, les amène tous, n seul coup de baguette, à s'envider sur le corps de la oche, entre l'esquive et la base de la fusée; après quoi il fait a levée et en recommence une autre.

Toutes les machines dont nous venons de parler forment le sysme des préparations; il ne nous reste plus qu'à expliquer le filge en fin; mais avant nous croyons devoir indiquer ici une ouvelle machine dont on fait usage depuis quelque temps en ngleterre, et qui s'est aussi introduite dans nos filatures, en mplacement des bancs à lanternes et de la machine à filer en os. Les Anglais l'appellent *spindle and fly roving frame*, que ous traduisons par *banc à broches*. Il y a le banc à broches en os et le banc à broches en fin; leur construction ne diffère que r les dimensions et proportions de vitesse; toutes les parties igent une grande justesse dans l'exécution.

Le banc à broches est à trois laminoirs, disposés comme dans mule-jenny en gros. On place derrière chaque broche deux bans venant de la quatrième tête d'étirage, qui sont allongés ns le rapport de 1 : 3. Les boudins qui en sortent reçoivent un s léger degré de tors de la part des broches à ailettes placées, r deux rangs parallèles, en avant des cylindres. Une des bran-

ches des ailettes est façonnée en tube, par où passe le boudin pour venir s'envelopper sur le corps de la bobine que porte la broche. (*V. Filage de la laine peignée en Angleterre*, pl. 15, fig. 12.) Toute la difficulté est dans le mouvement varié, soit de rotation, soit de translation verticale qu'il faut donner à cette bobine, pour qu'elle débite juste le boudin à mesure qu'il est produit. On sent que le mouvement de translation de cette bobine le long de la broche doit être tel, que, quand les cylindres ont fourni assez de boudin pour faire un tour, l'espace parcouru par elle doit être égal au diamètre de ce boudin; et comme cette bobine se charge d'une rangée de boudins qui en grossit d'autant le diamètre, il faut, par compensation, que son mouvement de rotation soit ralenti dans la même vitesse. C'est par la combinaison d'un cône conduisant une courroie par ses différens diamètres, et d'une roue de friction appliquée plus ou moins près du centre d'une autre roue qui tourne uniformément, qu'on obtient ces diverses variations de vitesse. Il y a plusieurs autres moyens d'obtenir ce résultat, et peut-être plus simples, qu'un mécanicien peut facilement trouver.

Filage du coton en fin. Il y a deux moyens de filer le coton en fin, par mule-jenny et par continue, *the throstle.*

Filage par mule-jenny. (Fig. 12, qui nous a servi à décrire le filage en gros.) Les bobines de mèches provenant des levées faites sur les broches de la machine en gros ou des bancs à broches, sont mises en A derrière le métier. Ces mèches, introduites entre les laminoirs B, C, D, y éprouvent un allongement de 5, 6, 8 fois, suivant le numéro qu'on veut avoir, et suivant le numéro de la mèche; mais on calcule que l'étirage au métier en fin ne doit pas excéder 6 fois. Si l'on voulait filer du n° 48, il faudrait que la mèche fût du n° 8. Nous avons expliqué ce qu'on entend par numéro du fil. Pour le coton, chaque 1000 mètres donne un numéro.

La conduite du métier est la même pour filer en fin comme pour filer en gros; seulement, le chariot recule moins vite, afin de donner beaucoup plus de tors au fil pendant qu'il se forme; et le fileur, à la fin de l'aiguillée, donne encore quelques tours de roue pour achever de le tordre au degré convenable, et l'envi de

ır les broches en repoussant le chariot vers les cylindres. Dans
: métier, les broches sont en acier, tournées et polies ; elles sont
eux fois plus rapprochées et plus nombreuses que dans le métier
ı gros. Un fileur, aidé d'un rattacheur, mène facilement un
ıétier de 216 broches. Actuellement tous les métiers, dans les
rands établissemens où il y a un moteur général, soit à eau, soit
la vapeur, en reçoivent le mouvement; le fileur n'a d'autre
ɔin que de renvider. Alors les métiers sont plus grands; ils sont
e 360 broches, et il en conduit deux placés vis-à-vis l'un de
autre : il s'arrange de manière à faire le renvidage à l'un pen-
ant que l'aiguillée se forme à l'autre. Il existe même aujour-
'hui, dans l'établissement d'Ourscamp, près Noyon, des métiers
ù le renvidage se fait tout seul, de sorte qu'il ne faut que des
attacheurs.

C'est à Samuel Crompton de Bolton qu'on doit l'invention du
ıule-jenny ; il fit connaître cette machine dès l'année 1775 ; mais
omme il faisait usage des laminoirs pour lesquels Arkwright
tait patenté, le *mule-spinning* ou *the mule-jenny* ne fut introduit
lans les fabriques qu'en 1786, après l'expiration de la patente de
ir R. Arkwright. Sir Crompton n'ayant point pris de privilége
ɔour sa machine, le parlement lui accorda, quelques années
près, une gratification de 5000 livres sterling, qui font cent
ingt mille francs.

Dans les commencemens, ainsi que cela se pratique encore
ans les petits établissemens, le mule-jenny était mu par le fileur,
l'aide d'une manivelle fixée sur l'axe de la grande roue. Mais,
ans l'année 1792, William Kelly de Glasgow, entrepreneur des
latures de *Lanark,* prit une patente pour un mécanisme propre
le faire aller par un moteur quelconque. Cette addition, per-
ectionnée et simplifiée depuis, a augmenté considérablement le
roduit du mule-jenny, qu'on a pu faire alors d'une plus grande
imension, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

Filage par continue, spinning frame. La première machine à
ylindres, inventée par Arkwright, était une continue, dont on
fait plus tard la *throstle.* Dans la machine originale, qui est le
ype de toutes celles qui ont été imaginées depuis, Arkwright

plaçait la mèche sur des bobines A (fig. 14); de là elle descendait entre les laminoirs B, C, D, où elle éprouvait un allongement de 5, 6, et jusqu'à 10 fois; et puis cette mèche, ainsi amincie, recevant le tors par le moyen d'une broche E à ailette, était transformée en fil qui allait s'envelopper sur la bobine F, qui avait en même temps un mouvement de va-et-vient dans le sens vertical. Un axe G portait en même temps le mouvement, par engrenage d'angle, aux laminoirs, et par des poulies et des courroies aux broches, avec les vitesses requises pour chacune de ces choses, suivant les numéros du fil. On appela le fil produit de cette manière *water twist*, parce que les machines étaient mues par la puissance de l'eau. Par la même raison, on devrait appeler celui qu'on obtient par la puissance de la vapeur, *steam twist*.

Peu de temps après, on remplaça les axes verticaux G et les poulies horizontales qui donnent le mouvement aux cylindres et aux broches, par un axe incliné H (fig. 15), qui porte le mouvement au troisième laminoir au lieu de le porter au premier, comme Arkwright l'avait fait, et par un tambour horizontal I parallèle à la ligne des broches. On a fait aussi des throstles doubles, c'est-à-dire ayant des broches des deux côtés menées par le même tambour. Toutes les autres parties du mécanisme sont restées telles qu'Arkwright les imagina; ce qui prouve qu'il avait bien médité son invention avant de la mettre au jour.

On ne peut pas filer aux throstles des fils très fins, c'est-à-dire au delà du n° 100; mais ils sont excellens pour les chaînes des tissus, pour la bonneterie et pour coudre. C'est au mule-jenny qu'on file les numéros élevés; mais encore faut-il pour cela des fileurs habiles et très soigneux. Les Anglais sont parvenus à un très haut degré de perfection, que nous n'atteignons pas en France, quoique nous ayons des machines aussi parfaites. Manchester est le centre de cette grande industrie en Angleterre; il y a dans cette ville des établissemens composés de soixante mille broches mises en mouvement par la puissance de la vapeur. On y file jusqu'à 20,000 livres de coton par semaine, au n° 40 à 50.

Dévidage et empaquetage du coton. Le fil sortant des métiers en fin est porté à l'atelier des dévideuses, où il est mis en éch

veaux sur un dévidoir dont le contour de l'asple est égal à 1 mètre. Chacun de ces écheveaux contient dix échevettes de 100 fils, et par conséquent 1000 mètres. Passés au peson, on met ensemble tous ceux qui ont le même, ou à peu près le même poids, et leur nombre pour former une livre ou un demi-kilogramme donne le numéro de ce fil. On en fait ensuite, à une presse à cric ou hydraulique, des paquets de 10 ou 5 livres, qu'on maintient au volume réduit par la presse, avec trois ligatures faites au milieu et aux deux extrémités. C'est ainsi que le fil de coton est livré au commerce.

V. *Filage du lin et du chanvre.*

Le chanvre se prête mal à une extrême division; aussi ses fils sont-ils grossiers, tandis que ceux de lin sont réservés à la batiste, à la dentelle et aux toiles fines: on fait avec les fils de chanvre des filets, des toiles à voiles, etc.; mais ces deux substances peuvent être traitées de la même manière; les procédés et les mêmes machines conviennent à l'un et à l'autre. Dans toutes les mécaniques, on se sert de peignes continus agissant de diverses manières entre deux paires de *laminoirs-étireurs* pour former les fils. On ne découpe pas le lin et le chanvre à la longueur de la laine et du coton, pour travailler ces substances, parce qu'on ôterait la force au fil, les brins étant trop lisses pour que le tortillement les rende solidaires. Voilà pourquoi il est si difficile d'appliquer les grandes machines à ce genre de filature. Toutefois, les frères Girard, et quelques autres industriels, ayant assez bien réussi dans ce genre de travaux, nous ne pouvions pas omettre d'en parler; cependant nous renverrons au grand Dictionnaire technologique, pour les développemens que l'étendue qui nous est réservée ne comporte pas. Contentons-nous d'indiquer les principales opérations.

Tambour étaleur. Les peignons de chanvre ou de lin, destinés à être filés à la mécanique, sont tous de même poids qu'on mesure avec une balance. On les livre, en les faisant chevaucher, à un système de laminoirs qui ont mêmes diamètres et mêmes vitesses. On obtient un premier ruban d'une grosseur irrégulière,

mais dont la longueur et le poids sont constans. Le tambour peut recevoir quatre rubans à la fois. On se sert aussi du *peigne continu* de MM. Girard, en forme de hérisson circulaire, intermédiaire entre deux systèmes de laminoirs, les vitesses étant comme les nombres 1, 2 et 3. Les rubans sont dégagés des dents de peigne et du laminoir, et vont tomber dans un pot de fer-blanc.

Étirage et doublage. Cette opération, qui a pour objet de rendre le ruban parfaitement égal de grosseur partout, et les filamens parallèles entre eux, se fait à des peignes continus semblables à celui que nous venons de décrire, mais dont les dents sont plus fines, plus rapprochées, et ont moins de saillie. On étire ordinairement quatre fois, et chaque tête d'étirage allonge le ruban de quatre fois; de sorte que, si l'on faisait passer quatre rubans à la fois, le ruban final serait aussi gros qu'un des rubans primitifs : mais ce n'est qu'à la première tête qu'on en fait passer quatre, et trois seulement aux suivantes, d'où il résulte que le ruban final, réduit à moitié de grosseur, se compose de $4 \times 3 \times 3 \times 3 = 108$ rubans élémentaires. Ce redoublement successif établit une compensation entre le fort et le faible, ce qui amène une égalité parfaite.

Boudinage. Le ruban final que donne la dernière tête d'étirage a besoin, pour être mis sur une bobine, d'une légère torsion. A cet effet, on en passe deux ou trois à la fois au *boudinoir*. Cette machine ne diffère des étirages avec ou sans peigne qu'en ce que, au lieu d'un pot immobile pour recevoir le ruban sortant des étirages, on le reçoit dans une lanterne tournant sur elle-même avec une vitesse médiocre, comme pour le filage du coton (pl. 16, fig. 9, 10, 11).

Bobinage. Le boudin d'un numéro donné, et qui est composé, suivant qu'on a mis devant le boudinoir 2 ou 3 rubans, de 2 ou 3 fois 108, c'est-à-dire de 216 ou de 324 rubans primitifs, est mis sur des bobines au moyen d'une *bobineuse* décrite, p. 320, et représentée fig. 8, pl. 16.

Machines à filer en fin. Les gros numéros sont filés sans passer la mèche au boudinoir; la machine alors n'est autre chose qu'un étirage ordinaire à peigne continu, mais dont on mouille les

lindres du laminoir, soit en plaçant une auge de fer-blanc eine d'eau sous le cylindre inférieur, soit en ayant au dessus de la achine un réservoir qu'on entretient plein d'eau au moyen d'une mpe mue par la machine même, et qu'on fait tomber ensuite utte à goutte sur le cylindre de pression vis-à-vis chaque fil. Le emier laminoir, qui retire les filamens du peigne, est placé de nière à pouvoir faire varier sa distance au deuxième laminoir. sait que cette distance doit toujours excéder un peu la loneur moyenne des brins filamenteux ; car, s'ils se trouvaient s en même temps sous l'un et l'autre, les cylindres dans chae laminoir étant très fortement pressés l'un contre l'autre, il drait de toute nécessité que ces filamens fussent ou rompus, arrachés, par la raison que le second laminoir a une vitesse adruple, plus ou moins de l'autre. Le reste de ce métier est solument construit conme les métiers continus à filer le coton, on nomme *the throstle*. (*V.* cet article.) Le fil, à sa sortie laminoir, est tortillé et enveloppé au fur et à mesure sur la bine, dont on rend le mouvement plus ou moins dur au moyen poids suspendu à une ficelle qui embrasse la tête inférieure la bobine creusée en gorge de poulie à cet effet. Le frottement cette ficelle dans la gorge angulaire, qu'on est maître d'ailleurs faire varier, joint à celui qu'éprouve la rondelle de la bobine la pièce de bois où elle pose, donne à la bobine la résistance cessaire pour envider le fil.

Le filage en fin, dans toutes les espèces de filatures, ne préte pas, à beaucoup près, autant de difficultés que les préations. Lorsqu'on est parvenu à mettre les matières filamenses sous la forme de mèche ou de torons très réguliers, on est d'obtenir, par les machines que nous venons de décrire, fil parfaitement égal, d'un numéro proportionné à celui des parations. Les peignes continus de Girard, modifiés et pertionnés par d'autres constructeurs, qui affinent la matière et amènent les filamens à être parallèles entre eux, le doublage l'étirage successif des premiers rubans, apportent sans doute as la formation de la mèche finale une grande régularité ; mais ne peut et ne sera jamais mathématique. Le meilleur moyen

est celui qui en approchera le plus. On ne peut pas se dissimuler qu'il y a encore quelque chose à désirer à cet égard.

Filage des étoupes. On sait que les étoupes sont le rebut ou le déchet du chanvre ou du lin au peignage ; les filamens qui les composent sont de diverses longueurs et très mêlés ensemble. Le fil qui en provient est d'une qualité très inférieure ; on l'emploie à faire des toiles d'emballage, de tenture et d'autres tissus grossiers. M. Gray a imaginé des machines que le défaut d'espace nous empêche de décrire : des *cardes* font subir aux étoupes la première préparation ; un métier continu dans le genre du *throstle* opère ensuite le filage. (*V*. le grand Dictionnaire de technologie.)

L'application à la filature du coton des machines à vapeur eut lieu en 1785 ; jusque là, on n'avait eu pour moteur, dans ces établissemens, que l'eau et les chevaux. En 1787, M. Watt fournit quatre de ces machines pour autant de ces établissemens de coton, à Nottingham et à Warrington. Ce ne fut qu'en 17[illegible] que Manchester eut des machines à vapeur. Arkwright, avec tout son génie, ne fut pas un des premiers à apprécier les machines de Watt.

Dans les filatures de coton, on ne doit jamais compter sur plus de 800 broches par force de cheval-vapeur (75 kilog. élevés à 1^m par seconde), lors même qu'on file très fin ; et quoique le numéro des fils soit un élément de variation de la force absorbée, on n'en tient pas compte, parce que le maximum de cette variation n'est au plus que d'un cinquième. Dans l'évaluation ci-dessus sont compris les ventilateurs, les cardes et les bancs d'étirage.

Le filage de la laine et surtout celui du lin exige plus de force, et on a des exemples où la force absorbée est 4 fois plus considérable pour le lin que pour le coton.

Dans les filatures de coton, le capital engagé, y compris les bâtimens, fonds de roulement, etc., va à 30 ou 40,000 fr. par 1,000 broches ; le moteur n'entre que pour 1/20 dans les frais d'établissement. Dans les filatures de lin, il faut compter sur 100,000 fr. par 1,000 broches.

VI. *Filage, ou pour mieux dire, dévidage de la soie* (pl. 16).

Pour compléter le tableau des opérations mécaniques employées pour le filage des matières filamenteuses, resserrées toutefois dans des limites peu étendues, que nous avons dû nous prescrire ici, il ne nous reste qu'à indiquer comment se fait le *filage* de la soie.

Les cocons de VERS A SOIE sont composés comme une pelote, d'un fil unique, glutineux, qui le rend très adhérent à lui-même. Cette gomme, que l'insecte fournit en même temps que le fil, étant soluble à l'eau bouillante, c'est dans des bassines ou baches pleines d'eau élevée à cette température, qu'on plonge les cocons pour les dévider. Alors le fil, dont on découvre le bout à l'aide d'un petit balai de bouleau, se déroule aussi facilement que celui d'une pelote. Plusieurs de ces fils, vingt par exemple, provenant d'autant de cocons mis dans la même bassine, qu'une seule ouvrière surveille, sont réunis ensemble pour former un seul fil, qui va s'envider soit sur des bobines, soit sur des dévidoirs, pour en faire des écheveaux. On voit que nous avons eu raison d'appeler cette opération *dévidage* plutôt que *filage*. C'est le vers à soie qui est le véritable fileur.

Avant qu'on connût l'usage de la vapeur pour chauffer l'eau des bassines, on avait dans un atelier autant de petits fourneaux, et, par conséquent, autant de foyers que de bassines, qui devaient être alors en métal.

M. Gensoul a été le premier à faire adopter à Lyon les appareils à vapeur pour cet objet : ils sont décrits et gravés dans le 8e volume des Brevets. Nous allons en donner une idée (fig. 16). C'est une coupe transversale de l'atelier, vis-à-vis le milieu duquel est placée la chaudière à vapeur.

A, chaudière à vapeur placée en dehors de l'atelier; elle est en bois, avec un fourneau en tôle, ayant une cheminée en serpentin, un tube de niveau, une soupape de sûreté.

B, réservoir d'eau et tube d'alimentation.

C, tuyau à vapeur en fonte de fer, conservant une pente vers la chaudière, afin d'y ramener l'eau de la vapeur condensée.

D, tuyaux verticaux en cuivre, qui apportent la vapeur dans autant de bassines E qui sont alors en bois.

F, robinet qu'on ouvre ou qu'on ferme suivant qu'on veut prendre ou arrêter le mouvement de la vapeur dans chaque bassine.

G, dévidoir sur lequel est envidée la soie ; ce dévidoir est mû par un moteur général ; mais chaque dévideuse peut suspendre à volonté le mouvement du sien.

Fig. 17 et 18, plan et vue en élévation d'une bassine et d'un dévidoir.

a, bassine dans laquelle on met vingt cocons, plus ou moins, groupés par cinq.

b, barbins dans lesquels passent successivement les fils pour n'en former à la fin qu'un.

c, endroits où les fils se tortillent deux fois pour s'épurer.

d, mouvement de va-et-vient horizontal qui fait envelopper en zigzag le fil sur le dévidoir *e*.

f, poulies au moyen desquelles et d'une corde sans fin, on transmet le mouvement du cylindre *d* au dévidoir.

g, levier de pression pour faire tendre ou tenir la corde lâche, suivant qu'on veut faire tourner ou arrêter le dévidoir.

Ce mécanisme peut s'établir de différentes manières : un de ces moulins est gravé et décrit dans les Bulletins de la Société d'Encouragement, pour l'année 1825.

Nous avons dit que la fileuse trouve les fils des cocons au moyen d'un petit balai de brins de bouleau ; ce qui donne un déchet : c'est la bourre de soie, qui se file comme la laine peignée. La soie mise en écheveau se nomme *soie grège ;* on la décreuse ensuite, c'est-à-dire qu'on plonge les écheveaux dans de l'eau bouillante, pour enlever à la soie le restant de gomme naturelle qu'elle peut avoir encore. E. M.

FILETS (*Arts mécaniques*). Les pêcheurs et leur famille font le plus souvent leurs filets, et même tordent le chanvre dont se compose la ficelle de ce tissu. Il y a des filets de bien des sortes, et il serait déplacé d'entrer ici dans des développemens à ce sujet. Nous nous bornerons à dire que les filets sont formés de mailles

les, dont chacune est arrêtée aux voisines par un nœud. On
ı bâton cylindrique appelé *moule*, dont la grosseur déter-
ıe la largeur des mailles : on entoure ce moule par la ficelle
ıt le bout tient déja à la maille qui précède, et par le nœud
la termine; une aiguille en bois, où est enfilée cette ficelle,
: à la passer dans la maille de dessus et à l'y fixer. On fait le
ud de deux manières appelées, l'une *sous le pouce*, et l'autre,
s *le petit doigt*. Rien n'est plus simple qu'un nœud, dit Dide-
, et cependant rien n'est plus difficile à expliquer : aussi ne
saierons-nous pas. On fait autour du moule autant de mailles
cessives qu'il en doit entrer dans la longueur ou le contour du
t, et retirant ce moule de toutes les mailles, on procède à un
re rang, et ainsi de proche en proche.

e haut d'un filet tendu verticalement, ou sa *tête*, est ordinai-
ıent garni d'une corde et de morceaux de liége, appelés
tes; le bas a aussi une corde où sont enfilées des bagues de
mb; c'est la *plombée*. L'*enlarmure* est une lisière formée de
ndes mailles qui bordent le filet : on y passe une corde qui le
tifie. La *ralingue* est une corde qui l'entoure et y est attachée
point en point. On tanne les filets comme moyen de conser-
ion. FR.

ILIÈRES. (*Arts mécaniques.*) Ce sont des pièces d'acier
mpé très dur, percées d'un trou taraudé, qui sert à faire des
. Nous expliquerons au mot VIS la forme et l'usage de ces
ils. On donne aussi le nom de filières à des plaques d'acier
cées d'un trou de calibre convenable, dans lequel on fait pas-
de force un fil de métal un peu plus gros que le trou, afin de
uire le filet à une moindre épaisseur (*V.* TRÉFILERIE.) FR.

ILIGRANE (*Arts mécaniques*). C'est le nom qu'on donne à
petits ouvrages faits en fil de métal, tissus avec élégance, imi-
t les formes variées de vases, de fleurs, etc. Ces fils sont joints
c de la soudure qu'on a soin de mettre en très petite quantité
r qu'on l'aperçoive difficilement. Cette composition est un
et purement d'adresse.

On donne aussi le nom de *filigrane*, ou *filigramme* aux lettres et
ures qu'on voit en regardant le papier par transparence, et qui

servent de chiffre pour reconnaître la fabrique. Ces dessins sont en fil de cuivre sur la toile métallique de la forme : la matière du papier y recevant moins d'épaisseur même qu'aux *vergeures*, il y a plus de transparence (*V.* PAPETERIE.) FR.

FILON, nom donné à un gîte de substances minérales formant un solide d'une forme généralement plane, qui traverse les couches du terrain au milieu duquel il se trouve et s'étend beaucoup dans deux sens.

Les substances minérales qui composent les filons sont de nature très différentes. Les *minerais métalliques* qui s'y trouvent y sont toujours accompagnés de substances étrangères qu'on appelle *gangue*.

Les filons considérés en général existent dans presque tous les terrains; mais si on se borne aux filons métallifères, on reconnaîtra bientôt qu'ils deviennent très rares dans les formations supérieures au terrain houiller; il est même douteux qu'il existe de véritables terrains métallifères au dessus de ces terrains. Les dépôts métallifères plus modernes, comme les minerais de plomb, de calamine, de cuivre, etc., paraissent être plutôt disséminés en petits filets contemporains dans les roches, au milieu desquelles ils se trouvent, qu'en filons postérieurs.

Les gîtes où ces terrains métallifères sont les plus abondants sont les terrains de transition, compris entre les terrains anciens qui forment la croûte primitive du globe et le terrain houiller, et qui forment, pour ainsi dire, un passage de l'un à l'autre.

Dans un groupe de montagnes, les filons sont rarement isolés ; le plus ordinairement on en trouve un plus ou moins grand nombre à peu de distance les uns des autres. Ordinairement aussi la nature de plusieurs d'entre eux est à peu près uniforme : aussi les mineurs disent-ils que c'est dans le pays où il y a déja des filons exploités qu'il faut en chercher de nouveaux.

En général, dans une même contrée, les filons de même nature sont à peu près parrallèles entre eux, ou dirigés et inclinés dans un même sens. Cette circonstance prouve qu'ils ont tous été

més en même temps, et que la force qui a produit ces fentes gi dans la même direction.

Quant aux filons de nature différente, ils sont quelquefois rallèles; mais le plus habituellement leur direction est différente, et ils se rencontrent. Dans ce cas, ou l'un d'eux cesse ct-à-fait, l'autre continuant sans changement dans son allure, ils s'unissent et marchent ensemble, ou ils se croisent.

Dans le premier cas, qui est fort rare, le filon qui se termine arrive pas toujours jusqu'à la paroi de l'autre filon; mais, on approche, il se divise en veinules qui se perdent dans la che.

Lorsque deux filons se croisent, l'un d'eux, appelé *filon croiseur*, poursuit sa marche à travers l'autre, sans aucun changement, et l'autre se retrouve au delà du *filon croiseur*; ordinairement les deux parties du filon croisé ne sont pas en face une de l'autre, quelquefois même elles sont à une très grande distance. On dit alors que ce filon est *rejeté* par l'autre, et on pelle *rejet* ou *saut* la distance qui sépare ces deux parties (1). Cette disposition indique d'une manière évidente que le filon croiseur a été formé postérieurement au filon rejeté. Nous ferons observer que, dans une contrée, les filons qui appartiennent à même système, c'est-à-dire qui sont parallèles entre eux, et sont composés des mêmes élémens, sont contemporains, c'est-

(1) Ces rejets ou dérangemens de filons sont toujours préjudiciables aux exploitations, et il est nécessaire de retrouver la portion dérangée pour pouvoir continuer l'exploitation. Au contraire, pour faire cette recherche, lorsque le filon croiseur est riche, on suit sa pente et sa direction, mais ces travaux deviendraient trop coûteux si le filon croiseur était stérile. Alors il faudra se rappeler qu'il y a eu glissement suivant la ligne d'inclinaison du nouveau filon. En examinant les différentes espèces de ces rejets, on verra qu'il faut rechercher la partie rejetée du côté de l'angle obtus que fait la portion du filon ancien que l'on suivi avec le filon croiseur que l'on rencontre; si les deux filons ont une pente analogue, on la recherchera du côté de l'angle aigu, s'ils ont une pente opposée, si l'un d'eux est à pente inverse.

à-dire qu'ils sont tous coupés par les filons qui appartiennent au second système, ou qu'ils les coupent tous. Ainsi, pour donner un exemple, les filons d'étain de Cornouailles, dont la direction est N.-N.-E. S.-S.-O., sont coupés et rejetés par les filons de cuivre qui courent de l'est à l'ouest. Dans ce pays classique pour l'étude des filons, on en connaît jusqu'à sept systèmes différens, dont les plus modernes coupent et rejettent tous ceux qui leur sont antérieurs.

On remarque généralement que, lorsque deux ou plusieurs filons se rencontrent, ils sont beaucoup plus riches en minerai au lieu de leur réunion qu'ils ne l'étaient séparément. Un exemple frappant de ce fait a eu lieu aux mines de cuivre et d'argent de Baigorry, dans les Pyrénées; à la réunion des filons des *Rois*, de *Sainte-Marie* et de Berg-op-Zoom, on a rencontré des massifs de minerai de 40 mètres de longueur, qui ont donné des produits très considérables.

Recherches et indices des filons. La géologie est la seule science qui puisse nous guider sur la découverte des filons. Malheureusement elle ne donne jusqu'ici que des règles négatives qui bornent à certains terrains l'espérance de trouver des dépôts métallifères, sans jamais assurer que tel ou tel gîte se trouve dans une étendue déterminée de tel ou tel terrain. Il existe cependant quelques indices qui annoncent avec plus ou moins de probabilité le voisinage de certains gîtes de minerai. M. de Bonnard, dans un article très intéressant sur les filons, inséré dans le *Nouveau Dictionnaire des sciences naturelles*, les divise en *indices prochains*, *indices éloignés*, *et indices négatifs*.

Les premiers sont: 1° l'existence d'autres filons déjà connus et exploités; 2° la rencontre de morceaux de minerai roulés par les ravins; 3° l'apparition au jour de la tête, ou l'affleurement d'un filon; 4° l'action de l'aiguille aimantée pour les seuls filons de fer oxidulé; 5° la rencontre de minerais qui existent ordinairement avec ceux que l'on cherche. Ainsi, le wolfram est un bon indicateur de l'étain, et son existence, à Puy-les-Vignes et à Vaulry (dans le département de la Haute-Vienne), a donné

l'idée de faire des recherches qui ont conduit à trouver deux gîtes de minerai d'étain.

Les *indices éloignés* sont : 1° les filons stériles, 2° la nature du terrain et la forme du sol ; ces indices très vagues le deviennent moins dans certaines localités, quand telle sorte de terrain y renferme ordinairement des filons, ou quand on sait que les filons s'y rencontrent habituellement dans tels rapports avec la configuration de la surface. 3° Les eaux chargées de parties métalliques sont un indice de quelque valeur, quand elles sortent d'un filon en apparence stérile, ou d'une couche de terrains à filons ; cette circonstance n'annonce rien quand ces eaux proviennent d'un terrain d'argile ou de sable, etc.

Les *indices négatifs* sont nombreux, mais très difficiles à désigner, à l'exception de ceux qui naissent de l'espèce et de l'âge des terrains. Ainsi, parmi les terrains anciens, les formations serpentineuses ont été reconnues jusqu'ici stériles ; les terrains volcaniques modernes paraissent exclure les filons. Enfin, ils sont très rares dans les terrains supérieurs au calcaire alpin ; dans celui-ci même, les substances minérales y sont plutôt disséminées en petits filets contemporains qu'en véritables filons.

Quand, par une réunion d'indices, on soupçonne l'existence d'un gîte de minerai, sans cependant en avoir des preuves positives, il faut tâcher d'en acquérir la certitude complète par des travaux de recherche, avant de commencer de suite une exploitation régulière qui entraînerait dans des dépenses considérables en pure perte, si par hasard le gîte était pauvre. On peut diviser en trois classes les travaux de recherche :

1°. *Recherches par tranchée ouverte ;* 2° *recherches souterraines ;* 3° *recherches par le sondage.*

Les *recherches par tranchée ouverte* ont pour but de reconnaître l'affleurement des couches et des filons, c'est-à-dire de la partie qui se montre au jour. Pour les exécuter, on ouvre le long de cet affleurement une tranchée plus ou moins large, qui, en écartant la terre végétale, ainsi que les parties du rocher altérées par l'atmosphère, met à découvert les roches vierges, et permet

de distinguer les couches et les filons qui les traversent. La tranchée doit toujours être conduite dans une direction perpendiculaire à celle du gîte à explorer. Ce mode de recherches est peu dispendieux, mais aussi donne peu de lumières.

Les *recherches souterraines* donnent des connaissances beaucoup plus étendues. Elles s'exécutent à l'aide de diverses espèces de percement : savoir, de *galeries d'allongement* creusées dans la masse des couches ou filons, et suivant leur direction ; de *galeries de traverse* menées perpendiculairement à la direction des couches ou filons ; de *puits inclinés*, suivant la pente des gîtes, et creusés dans leur masse, et de *puits verticaux*.

Si un filon se montre sur le flanc d'une montagne, on l'explore, suivant qu'il coupe la pente sous un angle plus ou moins aigu, au moyen d'une *galerie d'allongement* ouverte, dans sa masse, à partir de son affleurement, ou d'une galerie de traverse qui va le joindre en un certain point, à partir duquel on ouvre, soit une *galerie d'allongement*, soit un *puits sur la pente*.

S'il s'agit de reconnaître un filon dans un terrain plat; on y parviendra avec une exactitude bien suffisante, au moyen de puits de 8 à 10 mètres de profondeur, ouverts à 30 mètres les uns des autres, creusés dans la masse, et suivant la pente du gîte.

Comme on ne peut savoir d'avance si les excavations faites pour des recherches seront dans la suite de quelque usage, on ne doit faire dans leur exécution que la dépense strictement nécessaire pour leur existence momentanée.

Pour un filon très peu incliné à l'horizon, on emploie avec succès le sondage pour en découvrir la direction, l'inclinaison et l'épaisseur. En effet, on conçoit que si on a pu le rencontrer en trois points, par des trous de sonde, tous les élémens que nous venons d'indiquer sont à peu près connus, puisque les filons sont ordinairement des masses allongées dans une direction, et suivant une inclinaison assez constante, comme le seraient des surfaces sensiblement planes.

L'instrument appelé sonde est une espèce de grande tarière avec laquelle on fait des trous cylindriques qui ont de 0^m, 17 à

0,30 de diamètre, et quelquefois jusqu'à 200 mètres et même plus de profondeur. On la décrira avec détail à l'article SONDE.

Lorsque, par ces recherches préparatoires, on a reconnu l'existence et la richesse d'un filon, il faut en faire l'exploitation par des travaux réguliers et appropriés aux différentes circonstances; nous les décrirons avec quelque détail à l'article MINES. D.

FILOSELLE (*Arts mécaniques*). On nomme ainsi la bourre de soie et les cotons rebutés, qu'on carde et file pour mettre en écheveaux. On en fait des tissus tels que des ceintures, des lacets, du cordonnet, certaines étoffes. La filoselle porte aussi le nom de *bourre de soie* ou *fleuret*. La coque des vers à soie est dure, sèche, tenace et cassante; mais on remédie à ces inconvéniens en la laissant long-temps macérer dans l'eau qui dissout la grande quantité de substance gommeuse dont le ver l'avait imprégnée; on la soumet à la presse et on la lave de nouveau, etc.; ensuite on la fait sécher, on la bat fortement, on l'enduit légèrement d'huile, et on la carde soit à la main, soit à la mécanique. En travaillant cette bourre à plusieurs reprises, on la met en état d'être filée, tissée ou tricotée.

On file cette substance soit au rouet et à la quenouille, soit au fuseau, comme on file la laine peignée, le chanvre ou le lin. Au reste, de cette manière, la bourre n'est jamais filée qu'en gros; elle n'est point susceptible d'acquérir un certain degré de finesse, et ne peut former un beau fil : aussi ne l'emploie-t-on que dans les étoffes grenées, comme les moires, ou dans les petites étoffes connues sous les noms de *satinadès, brocatelles,* etc.

Depuis que les cardes et les filatures mécaniques sont plus répandues, on est parvenu à dégommer très parfaitement la bourre, à la filer presque aussi fin que le coton, et à en faire de belles étoffes. FR.

FILTRATION, FILTRE. La filtration est une opération purement mécanique, à laquelle on a fréquemment recours en chimie et dans beaucoup d'arts différens; elle a pour objet de séparer d'un liquide quelconque des molécules de corps étrangers qui y sont tenus en suspension. Le plus ou le moins de té-

nuité de ces molécules, la nature et la densité du liquide, sont autant de causes qui forcent de varier les moyens qu'on peut employer pour arriver à ce but.

Lorsqu'on a de grandes masses de liquide à filtrer, on se sert de tissus plus ou moins serrés, et l'on emploie du papier non collé quand on n'agit que sur de petites quantités. Pour les opérations délicates de la chimie expérimentale, c'est au papier dit *Joseph,* de Rouen, que l'on donne la préférence, comme étant le plus pur, et par conséquent le moins susceptible de céder de sa propre substance aux corps avec lesquels on le met en contact; encore faut-il, pour les liqueurs acides, avoir la précaution de laver les filtres avec de l'acide hydrochlorique affaibli, afin de leur enlever la petite quantité de carbonate de chaux et d'oxides métalliques qu'ils contiennent; autrement, ces corps viendraient s'ajouter à ceux déja dissous, et modifier les résultats de l'analyse.

Cette opération, toute minime qu'elle peut paraître, est néanmoins une des plus difficiles à bien exécuter, en raison des précautions et des soins qu'elle exige, soit pour laver exactement le précipité, soit pour ne rien perdre des produits, soit enfin pour la faire marcher avec promptitude. La perfection du filtre et la forme de l'entonnoir influent singulièrement sur ce dernier résultat; il faut que les dimensions de ce vase soient telles que son ouverture fasse environ les trois quarts de sa hauteur, mesurée depuis la sommité de son pavillon jusqu'à la naissance de la douille. Si l'entonnoir a plus d'ouverture, le plan des parois intérieures n'est point assez incliné, et le liquide, surtout s'il a un peu de viscosité, ne coule qu'avec une lenteur extrême. Chacun connaît la configuration d'un filtre ordinaire; on sait que c'est une espèce de cône, qu'on obtient en ployant d'abord un carré de papier en forme de fichu, puis en faisant une série de plis alternatifs disposés comme ceux d'un éventail. Plus ces plis sont multipliés et plus le filtre a de débit, parce que, ne posant sur l'entonnoir que par les arêtes des plis, alors le liquide peut suinter par toute la surface du papier, tandis que, quand

les plis sont trop larges, ils ne peuvent soutenir le poids du liquide; ils s'appliquent contre les parties supérieures de l'entonnoir, et dans toute cette zone il n'y a point d'écoulement possible. Pour donner du soutien à un filtre, deux précautions sont nécessaires: la première est de repasser entre le pouce et l'index tous les plis, après avoir ouvert le filtre; on rend ainsi les arêtes beaucoup plus vives et moins susceptibles de s'affaisser; la deuxième est d'enfoncer le filtre très avant dans la douille de l'entonnoir, afin de diminuer autant que possible la base de la colonne, où le liquide pèse davantage, et où le filtre est plus exposé à se rompre.

Pour ne rien perdre des produits qu'on doit recueillir, il faut: 1° proportionner la dimension du filtre à la quantité de précipité qu'il doit contenir; car, quelque précaution qu'on prenne, on éprouve nécessairement un peu de perte, et elle se trouve toujours proportionnelle à l'étendue de la surface. Si au contraire le filtre est assez petit pour que le précipité le remplisse entièrement, le lavage devient très difficile à bien faire, et l'on est exposé à projeter au dehors un peu du précipité; 2° il est nécessaire encore d'apporter tous les soins possibles à bien laver le précipité, ce qui n'est pas toujours aisé, surtout lorsqu'il est plutôt floconneux que grenu; car alors il jouit d'une sorte de compacité qui le rend presque imperméable à l'eau; aussi, dans ce cas, doit-on le laver par simple décantation avant de le déposer sur le filtre. Ceux qui commencent l'étude de la chimie pratique s'imaginent ordinairement que le meilleur moyen de bien laver un filtre, c'est de l'inonder; mais l'expérience leur démontre bientôt qu'il en est tout autrement, et que la seule manière d'aller vite, c'est de verser l'eau pour ainsi dire goutte à goutte sur les bords du filtre, en parcourant successivement tous les points de la périphérie. Cette espèce de lavage à courant continu réussit parfaitement à déloger toutes les molécules étrangères que la capillarité du papier tend à faire remonter continuellement vers les bords. Il est toujours facile de s'assurer de l'exactitude du lavage, soit en promenant l'extrémité de la langue

sur les bords du filtre, qui dans ce cas ne doivent laisser aucune saveur, soit en essayant par les réactifs le liquide filtré, qui doit sortir aussi pur que l'eau distillée qu'on emploie.

Des précautions d'un autre genre sont nécessaires pour retirer le précipité que contient le filtre. Ainsi, on ne doit jamais toucher un filtre que quand il est bien égoutté, sans quoi ce frêle tissu se brise entre les doigts, et il devient impossible d'enlever exactement sur ces lambeaux tout le précipité qui les recouvre. Il faut donc, de toute nécessité, 1° attendre qu'il ne coule plus de liquide; 2° mettre le filtre à égoutter sur plusieurs doubles de papier non collé, et même l'envelopper sans le déployer. On y parvient facilement en saisissant la douille de l'entonnoir dans la main droite, puis en roulant le pavillon dans la main gauche; en donnant de légères secousses, le filtre se sépare des parois de l'entonnoir, et quand il est complètement détaché, on pose le pavillon sur les doubles; et, sans se dessaisir de l'entonnoir, on retire brusquement la main droite par un mouvement en arrière. Lorsque le filtre a ainsi séjourné pendant un certain temps sur ces doubles de papier, qu'on a dû renouveler au besoin, il devient très facile de le dérouler et de l'étendre sur une feuille de papier; c'est alors seulement qu'on peut, à l'aide d'une lame d'ivoire, enlever le précipité sans perte appréciable.

Les filtres de papier ne peuvent être employés, comme nous l'avons déja observé, que pour de petites quantités de liquide; autrement il faut avoir recours à des moyens plus expéditifs. Dans le plus grand nombre de cas, on se sert de filtres en toile ou en étoffe de laine, et l'on en varie la forme suivant l'occurrence. Tantôt ce sont de simples carrés fixés par des pointes placées sur les quatres angles d'un châssis en bois, et d'autres fois ce sont des espèces de cônes auxquels on donne le nom de *chausses*, qu'on adapte à des cercles en fer. Dans quelques circonstances, on recouvre les carrés de toile avec du papier non collé; mais cela ne peut avoir lieu que pour des liquides qui jouissent d'une grande fluidité et qui passent très vite. Dans le cas contraire, il faut nécessairement filtrer à nu, ce qui oblige

à prendre des toiles d'un tissu très serré ; aussi préfère-t-on, pour cet usage, celles connues sous le nom de *treillis*, parce qu'elles sont fortes et croisées. L'emploi de ces tissus seuls exige cependant quelques précautions, si l'on veut obtenir une liqueur parfaitement claire, attendu qu'elles ne sont point assez serrées pour retenir les molécules les plus ténues. Voici comment on doit s'y prendre : il faut commencer par mouiller la toile, afin de gonfler la fibre et resserrer le tissu ; et, de plus, on doit avoir grand soin de verser de suite une grande quantité du liquide à filtrer, et entretenir le filtre toujours plein. Par ce moyen, les molécules les plus grossières des corps étrangers, tenus en supension, viennent se déposer entre les mailles et les oblitérer. Dès lors les autres ne peuvent plus pénétrer, et le liquide passe clair ; à cette époque on change de récipient, et l'on rejette sur la toile la portion déja filtrée. Il est facile de prévoir que la marche de l'opération sera d'autant plus rapide que le filtre sera mieux entretenu ; car il est certain que non seulement l'écoulement sera toujours en raison de la surface couverte, mais que de plus, si on laisse pendant quelque temps les bords du filtre vacans, le dépôt s'affaissera davantage et prendra de la cohésion, surtout si le liquide contient des corps en dissolution susceptibles de se concréter par la dessiccation. L'espèce de vernis qui en résultera s'opposera à l'ambition de la toile lorsqu'on viendra à charger de nouveau. Ainsi, point de doute, le meilleur moyen d'aller vite, c'est de maintenir toujours le filtre bien plein ; il y a même encore un autre avantage attaché à cette méthode, c'est d'être beaucoup moins exposé à troubler le liquide déja filtré. En effet, on a beau prendre des précautions pour verser doucement, il arrive presque toujours, quand la couche du liquide est peu épaisse, et surtout si le dépôt est léger ; il arrive presque toujours, dis-je, qu'en versant on atteindra jusqu'à la toile, et qu'après l'avoir ainsi débarrassée momentanément des impuretés qui l'obstruaient, le liquide passera trouble pendant quelques instans. Cet accident, qui n'a lieu que trop souvent, rend un autre soin nécessaire ; c'est celui d'enlever la liqueur du récipient à mesure qu'elle est filtrée, autrement on

est parfois obligé de recommencer. Il est utile, surtout en été, de couvrir les filtres, pour éviter une trop prompte évaporation, qui accroît la densité du liquide, et nuit par conséquent à sa filtration.

Tout ce que nous venons de dire s'applique également aux filtres en laine; leur tissu est ordinairement beaucoup plus lâche; aussi ne s'en sert-on que pour les liquides visqueux, tels que les sirops. L'épaisseur et le duveteux de ces étoffes suppléent au grand écartement des mailles de leur trame, parce que l'ensemble forme un tissu spongieux qui présente une série de couches successives, sur lesquelles le liquide dépose les molécules qu'il retenait en suspension.

Certaines substances, plus visqueuses encore que les sirops eux-mêmes, et qui contiennent d'ailleurs des impuretés plus grossières, exigent, pour leur clarification, des filtres plus épais et moins serrés. Les térébenthines sont dans ce cas; elles entraînent, pendant leur extraction, quelques débris de matières végétales, dont il nécessaire de les débarrasser. On y parvient facilement en versant la térébenthine brute dans des caisses dont le fond est perforé d'un grand nombre de trous, qui sont recouverts d'une couche de paille assez épaisse. Cette première caisse est elle-même placée sur une deuxième à fond plein, qui sert de récipient, et tout l'appareil est exposé aux rayons solaires. La chaleur ramollit la térébenthine et en facilite l'écoulement au travers de la paille, sur laquelle viennent se déposer les ordures.

Les huiles se filtrent encore d'une autre manière : on a, comme dans le cas précédent, soit une caisse, soit un tonneau perforé dans son fond et superposé à un récipient quelconque; mais, au lieu de paille, on remplit chaque trou avec un tampon de coton peu foulé, qui se laisse pénétrer par l'huile, sans donner passage aux corps étrangers.

Les acides et autres matières corrosives ne peuvent être mis impunément, comme chacun sait, en contact avec des substances organiques; et, lorsqu'on est obligé de les filtrer, on se sert assez habituellement soit de verre pilé bien lavé et séché,

; de sable siliceux et non calcaire. On en met une couche un
ι épaisse, et l'on a soin de placer les fragmens les plus gros-
·s à la partie inférieure. On voit donc qu'on peut varier à l'in-
, et suivant le besoin, les moyens de filtration. R.

LACON (*Arts mécaniques*). Lorsque le VERRIER a fabriqué
flacons et des bouchons en cristal de formes et grandeurs
iées, le tailleur de CRISTAUX les ajuste ensemble.

a première opération consiste à arrondir le bouchon. L'ou-
r le serre par sa patte dans la pince d'un mandrin disposé
rès sur le nez du tour ; il le centre le mieux qu'il lui est pos-
e, et l'arrondit un peu coniquement avec un instrument d'é-
, de l'émeri et de l'eau.

uant au flacon, il commence par bien arrondir le goulot
: un morceau de bois tendre conique, et placé sur le nez du
; à l'aide de poudre d'émeri et d'un peu d'eau, il y par-
it aisément. Alors il choisit, parmi les bouchons préparés,
i qui s'y adapte, en entrant des trois quarts de sa longueur;
ace ce bouchon sur le tour, et après l'avoir centré, il le pré-
e au goulot du flacon qu'il tient à la main, en faisant tourner,
ide de la pédale, l'arbre du tour, et par conséquent le bou-
n ; il parvient aisément à le faire entrer jusqu'à la profon-
r convenable, d'abord en employant de l'émeri très fin et
'eau, et ensuite avec de la pierre-ponce pilée et de l'eau. Il
par conséquent tout à la fois le goulot du flacon et son
chon, de sorte qu'il est parfaitement ajusté, et que le flacon
t être fermé hermétiquement. On ne polit ni l'intérieur du
lot ni le bouchon.

es étiquettes qu'on colle sur les flacons sont bientôt détrui-
par l'action des liquides qu'ils contiennent : on a réussi à les
lre durables en les écrivant en vitrifications d'ÉMAIL. L'ouvrier
s'assurer de la température convenable pour fondre l'émail
cristal ou le verre dur sur lequel il veut opérer, afin que
quette puisse être vitrifiée à la surface du flacon, car il faut
l'émail entre en fusion avant le verre. Il ne faut pourtant
non plus qu'il y ait entre la fusion de l'émail et celle du
e une grande différence de température ; l'émail ne ferait

armes. Le fleuret a environ un mètre de long ; il a au gros b[illegible] une soie qui sert à le monter sur une poignée. On le fait d'u[illegible] étoffe d'acier, comme une épée ; on le forge, on le trempe et [illegible] le blanchit de même. (*V.* ARMES BLANCHES.)

On fait d'excellents *arçons* avec de vieux fleurets *mouchet*[illegible] c'est-à-dire dont on a cassé le bouton : ces outils servent da[illegible] les ateliers pour percer *à la conscience*.

Pour les fleurets ou bourre de soie, *V.* FILAGE, FILOSELL[illegible] SOIE. F. R.

FLEURS (*Arts mécaniques*). L'art du fleuriste exige des co[illegible] naissances étendues, et particulièrement l'étude des scien[illegible] naturelles et celle de toutes les branches de l'agriculture. No[illegible] ne nous en occuperons pas ici, à raison des détails infinis qu[illegible] faudrait donner, et qui feraient un double emploi avec ceux q[illegible] sont exposés à beaucoup d'articles de ce Dictionnaire. Mais no[illegible] traiterons du *fleuriste artificiel*, dont les procédés sont plus li[illegible] mités.

On emploie des matières très variées à la confection des fleu[illegible] artificielles : des rubans taillés, frisés et plissés, des plumes d'o[illegible] seau très délicates et de mille nuances de couleurs, des coco[illegible] de ver à soie teintes, des coquillages bivalves, de la cire délic[illegible] tement découpée, enfin des fanons de baleine taillés en feuill[illegible] légères, amenées au blanc mat et revêtues de brillantes couleurs [illegible] telles sont les matières que l'art de plusieurs industriels a réus[illegible] à employer pour imiter les fleurs et les feuilles avec une pe[illegible] [illegible] difficile à surpasser.

[illegible] en France, on se sert principalement de la batiste la pl[illegible] fine et la plus belle, [illegible] francs l'aune, pour les pétale[illegible] et le taffetas de Florence pour les feuilles. Nous décrivons cett[illegible] fabrication, parce qu'elle est plus ordinaire, et que ses résulta[illegible] sont vraiment dignes d'admiration; et, pour fixer les idées, no[illegible] [illegible] pour exemple la rose, ce qui suffira pour compren[illegible] comment on peut imiter les autres fleurs.

On [illegible] dont on [illegible] de plusieurs [illegible] dans la même ro[illegible] tous les pétales ne sont pas égaux. Lorsque les pétales sont [illegible]

coupés, on prépare la teinture, qui se compose de carmin dé-
é dans une eau alcaline. On prend le pétale, avec des Bru-
lles, par son extrémité qui est en pointe; on le plonge dans la
nture par la partie opposée, jusqu'à ce qu'on arrive à quelques
nes auprès de la pointe; alors on le plonge dans de l'eau pure,
n d'avoir une teinte bien égale et tendre, comme elle est ordi-
rement sur les bords; on termine avec le pinceau, vers le
lieu, qui est toujours plus foncé. On panache au pinceau
s que cela est nécessaire. Vers l'onglet du pétale, qui est blanc,
verse une goutte d'eau, ce qui délaie la couleur et la fait
ir en mourant.

On se sert d'une couleur faible, et lorsqu'elle est sèche, on
mpe de nouveau les pétales dont la couleur est trop pâle,
qu'à ce qu'on ait atteint la nuance désirée. Pour imiter quel-
s accidens qu'on remarque souvent dans les roses, on les
nt avec le pinceau.

Le taffetas qui sert à faire les feuilles est teint en pièces, en la
uleur convenable à l'objet qu'on se propose d'imiter. On étend
offe sur un grand châssis au moyen de ficelles qu'on coud sur
bord du taffetas pour le tendre autant qu'on peut, et on l'y
se sécher. Alors, avec de la gomme arabique très légère, on
donne d'un côté le brillant que doivent avoir les feuilles. On
ne le velouté en dessous avec un pinceau trempé dans une
d'amidon colorée, suivant la nuance qu'on désire. L'art con-
e à saisir le degré de consistance de l'amidon, et à l'appli-
r de manière qu'il ne durcisse pas trop, qu'il ne soit pas lisse,
n qu'il veloute bien. On imite encore bien mieux le velouté
feuilles, lorsqu'il doit être très prononcé, avec de la tonture
drap réduite en poussière fine et teinte de couleur convenable.
passe avec le pinceau de la gomme légère, et lorsqu'elle com-
nce à sécher, on saupoudre avec la tonture; quand la gomme
sèche, on secoue pour faire tomber l'excédant.

Les folioles des calices des roses, qu'on appelle *araignes*,
t apprêtées aussitôt qu'elles sortent de la teinture, afin de
r conserver toute la fermeté qu'elles doivent avoir. Pour
a, le taffetas, encore tout mouillé de la teinture, est foulé,

presse dans l'eau d'amidon colorée; et lorsqu'il en est bien imprégné des deux côtés, on l'étend sur le cadre et on le fait sécher.

Le taffetas ainsi préparé et bien sec, on le découpe à l'emporte-pièce selon la grandeur et la forme de la feuille qu'on désire imiter. On découpe sur un billot de bois ou sur un plateau de plomb ou d'un alliage de plomb et d'étain.

Il faut encore donner aux feuilles l'apparence de la nature, imprimer dans chacune d'elles les diverses nervures qu'elles portent toujours. Pour y parvenir, on se sert de divers instrumens qu'on nomme gaufroirs. Chacun est formé de deux pièces. l'une qui est en fer, et a un manche en bois, il porte à son extrémité la gravure d'un côté de la feuille; l'autre, qui en est la contre-partie, est en cuivre et a des rebords tout autour comme une boîte. On fait chauffer modérément les fers, on presse plusieurs feuilles à la fois, qu'on a placées dans le moule de cuivre, et on les y laisse quelques instans, pour qu'elles prennent bien la forme.

On fait les boutons avec du taffetas ou de la peau blanche teints de la couleur convenable, ou bien qu'on peint après; on leur donne la forme qu'ils ont naturellement: on les remplit de coton, ou de mie de pain, ou de filasse gommée, et on les lie bien avec de la soie, au bout de petits fils de fer.

Les étamines se préparent en fixant au bout d'un petit fil de laiton des bouts de soie écrue en quantité suffisante pour former le cœur. Lorsque ces fils sont ainsi placés, on les trempe dans la bonne colle de gants, qui leur donne, en se séchant, la fermeté nécessaire. Avant de coller ces fils, on les coupe tous à la fois d'une longueur égale et convenable à la rose.

Lorsqu'ils sont secs, on humecte légèrement et tout à la fois le bout de chacun de ces fils, avec une pâte composée de gomme arabique et de belle farine de froment.

Lorsque les extrémités des fils de soie écrue qui doivent former le cœur sont imprégnées de pâte, on les plonge dans un vase rempli de semoule teinte en jaune par la *terra merita* dissoute dans l'esprit de vin ou alcool. Chaque fil prend un grain de se-

mle, et on laisse bien sécher. Voilà le cœur ou les étamines. On colle tout autour les folioles avec de la pâte et par leur mte ; on continue à coller des pétales plus grands, et de plus nds en plus grands, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du ur, en les gaufrant avec des brucelles creuses d'un côté, et ant la nature autant qu'on le peut. On place ensuite le calice, renferme le bout de tous les pétales, on le colle avec la e.

a queue se fait avec un ou plusieurs fils de fer, qu'on atta- à celui qui porte le cœur. On enveloppe le tout avec plus ou ns de coton filé, selon que la queue doit grossir à mesure lle s'éloigne de la fleur, et l'on recouvre le tout de papier nte teint en vert.

es feuilles se montent de même sur un petit fil de cuivre ; es rassemble comme la nature les présente. FR.

FLOTTEUR (*Arts mécaniques*). La propriété qu'ont les corps légers qu'un pareil volume d'eau, de flotter à la surface, Le perdre leur poids par la pression du liquide (*V.* FLUIDES), é mise en pratique pour obtenir des effets mécaniques plus moins utiles, mais fort ingénieux : nous ne pouvons entrer les détails nécessaires pour exposer toutes les conceptions e genre. Cependant il en est que nous expliquerons, à raison l'emploi avantageux qu'on en peut faire dans les arts.

Procédé pour retirer des fardeaux du fond de l'eau. On charge grands bateaux jusqu'à ce qu'ils s'enfoncent dans l'eau de ière à déplacer, outre leur tirant d'eau ordinaire, un vo- e d'eau d'un poids plus considérable que la masse à soule- . Alors on attache fortement cette masse aux bateaux par cordes exactement tendues, offrant une résistance conve- le. Otant ensuite le poids dont ils étaient chargés, l'eau agit as en haut, pour soulever les bateaux vides, avec une force le au poids de l'eau déplacée par cet enfoncement, c'est-à- au poids même dont on a déchargé les bateaux. Cette force it pour soulever la masse, et il est facile de la transporter la sorte vers le rivage. On est quelquefois obligé de répéter ération, à mesure que, le lit du fleuve devenant moins pro-

fond, le fardeau se trouve ramené sur le sol du fond de l'eau (*V.*, page 217, la description des procédés employés au transport des monolithes égyptiens et du rocher de Saint-Pétersbourg.)

Appareil d'écoulement à niveau constant. Lorsque l'eau s'écoule d'un vase, et que le liquide affluent ne répare pas cette perte, le niveau s'abaisse peu à peu. Or, il y a beaucoup de circonstances où l'on veut que le niveau reste constant, malgré l'écoulement. Voici le procédé qu'a imaginé M. de Prony pour obtenir cet effet. Soit *afeb* (fig. 9, pl. 14) le vase d'où l'eau s'écoule; cette capacité est divisée en trois, *as*, *st*, *te*, par deux diaphragmes, dont la hauteur est un peu moindre que celle du niveau qu'on veut conserver. Dans les deux caisses latérales EE' sont situés deux flotteurs F, F', qui supportent une caisse inférieure G par un système de tringles *p' q'*. L'eau qui s'écoule du vase *st* par quelque orifice *y*, et qui est employée à un usage quelconque, est ensuite reçue dans un tuyau qui la conduit dans cette caisse G. Il suit de cette disposition que toute l'eau qui sort de la cuve vient ajouter son poids aux flotteurs; ceux-ci doivent entrer dans l'eau plus profondément à mesure que la charge augmente; et comme le poids de ces corps doit être égal à celui du fluide qu'ils déplacent, leur enfoncement est tel que le volume immergé soit précisément égal à celui de l'eau reçue dans la caisse, c'est-à-dire au volume d'eau écoulée. Il s'ensuit, par conséquent, que le niveau reste constant, puisqu'autant il s'abaisserait par la perte d'eau que fait le vase, autant il s'élève par l'enfoncement dû à la charge que reçoivent les flotteurs.

Un seul flotteur est évidemment nécessaire; mais M. de Prony en a mis deux, parce que l'expérience qu'il voulait faire sur l'écoulement de l'eau pouvait être troublée par le mouvement du flotteur. M. Hachette a décrit, dans sa Mécanique, n° 98, un appareil qui a le même objet, et permet de varier à volonté les hauteurs du niveau au dessus de l'orifice d'écoulement.

Les flotteurs sont encore employés dans un grand nombre de

nachines hydrauliques, soit pour déterminer des effets lorsque le niveau atteint à une certaine hauteur, soit pour indiquer l'élévation graduelle du niveau, comme dans le tube de Pitot (*V.* Écoulement, Vapeur machine à), soit pour d'autres motifs. Nous nous réservons d'en montrer le jeu dans les occasions où ces appareils sont usités. Fr.

FLUIDES (*Arts mécaniques*). On distingue deux sortes de fluides; savoir, les liquides et les gaz : les premiers sont caractérisés par l'*incompressibilité*, c'est-à-dire que si l'on renferme un liquide dans un vase, et qu'on exerce sur lui une pression, soit à l'aide d'un piston, soit en rapprochant les parois pour réduire l'espace, on ne pourra parvenir, à l'aide des forces ordinaires, à rendre le volume moindre. Si l'on soumet, au contraire, un gaz à la même épreuve, les puissances les plus faibles suffiront pour le comprimer.

I. Considérons d'abord les liquides.

Dans la réalité, il n'existe aucun liquide qui soit rigoureusement incompressible, et les expériences de Kanton, Perkins, etc., prouvent qu'à l'aide de forces considérables, on peut réduire les liquides à des volumes moindres. M. OErsted a imaginé un ingénieux appareil, qui lui a servi à mesurer la compressibilité de l'eau; il a trouvé que, sous une pression équivalente aux poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres, ou d'une colonne d'eau de $10^m,4$, poids ordinaire de l'atmosphère, le volume de l'eau se réduit de ses 46 millionnièmes, c'est-à-dire que le volume V devient V — 0,000046. V, ou 0,999954V : une pression double produit une réduction double, etc.; ainsi pour *n* atmosphères, le volume V est diminué de 0,000046. *n* V.

La liquidité est un *état* intermédiaire entre la solidité et la gazéité; dans celle-ci le corps est dissous dans le calorique, qui écarte les molécules hors de leur sphère d'attraction propre; dans la solidité, c'est l'attraction qui est prépondérante; et dans la liquidité, les mollécules sont maintenues par le calorique interposé, à la distance où l'attraction est contre-balancée par la répulsion due à la présence de ce fluide.

La propriété caractéristique des fluides consiste en ce que la

moindre pression exercée sur une molécule suffit pour la déplacer. Il suit du principe de l'égalité de pression en tout sens, que *lorsqu'un fluide est renfermé dans un vase, si l'on exerce une pression, elle se distribue également et en tout sens dans cette masse, et les molécules, ainsi que les surfaces qui s'y trouvent plongées ou contiguës, sont pressées comme si la force leur était immédiatement appliquée.* Développons ce principe.

Imaginons qu'un piston D soit adapté à un vase ABC (fig. 20, pl. 12), contenant un fluide qui ne peut s'échapper par aucune issue; qu'une force P agisse sur ce piston pour le faire pénétrer dans l'intérieur; cette pression se fera sentir dans tous les lieux de la masse, que le fluide soit ou non compressible. Si l'on conçoit une aire plane I, égale à la section transversale du piston, elle sera pressée avec la même énergie que si le piston PD lui était immédiatement appliqué dans un sens perpendiculaire.

Voilà donc la propriété distinctive des fluides. Si ABC est un corps solide dont la base C repose sur un plan, poussez ce corps contre l'obstacle avec une force P perpendiculaire à C, elle se répartira sur toute cette base, en sorte que chaque aire égale de la base en ressentira une pression égale, qui sera une fraction de P proportionnée à l'aire totale C; si l'une de ces aires est le dixième de l'autre, la pression sera le dixième de P. Les parties latérales n'éprouveront aucune action, pas plus que si la force P n'agissait pas. Mais si le corps devient tout-à-coup liquide ou gazeux, et que seulement son écorce extérieure reste solide pour renfermer cette substance, la force P se distribuera en tous sens sur les parois, et quelque part qu'on y prenne une aire égale à la base du piston, la pression P s'y exercera perpendiculairement.

De là il suit que, si la surface qu'on considère est une portion de la paroi, l'équilibre subsistera, soit qu'on laisse le vase fermé, et qu'on abandonne à la solidité des parois le soin de résister à la pression, soit qu'on pratique en E une ouverture égale à D, à laquelle serait appliqué un piston E, retenu par une force Q égale à P. En effet, conduisons de D en E (ou en I, ou en un lieu quelconque F) un canal cylindrique, et supposons que le

uide situé en dehors de ce tuyau soit solidifié, rien ne sera angé à l'état d'équilibre.

Mais rien n'empêche encore de remplacer la partie F de la aroi par un autre piston retenu par une force R égale à P; où l'on voit que, l'équilibre subsistant toujours, la force P est ëtruite par les deux forces Q et R, qui lui sont égales et agisnt sur des pistons égaux. En rapprochant les deux pistons E F pour n'en faire qu'un seul, tout restera encore en repos; nsi, la force P fait équilibre à une force double, pourvu que piston de la première ait pour base une aire moitié du piston la seconde. Un troisième piston montrerait de même que la rce P fait équilibre à une force triple, celle-ci agissant sur piston de base triple. Et en général, soient P et Q deux forces et q les bases des pistons; dans le cas d'équilibre, on doit oir la proportion

$$P : p :: Q : q, \quad \text{ou} \quad Pq = Qp.$$

Il est facile de déduire des principes posés, que, *dans une sse liquide pesante, tous les points d'une même couche horiztale éprouvent une égale pression;* car on peut assimiler cette uche au fond d'un vase qui serait chargé de détruire les presns de tout le liquide placé au dessus. Plus on s'enfonce profonment dans le fluide, et plus la charge est considérable : à la sure même cette charge est nulle, si ce n'est celle de la pression nosphérique. En considérant en particulier la couche supéure d'un liquide pesant, qu'il soit dans le vide ou pressé par mosphère, on voit que *la surface d'un liquide en équilibre horizontale,*

Placez une aire d'un décimètre carré horizontalement dans u, à la profondeur d'un décimètre, elle portera le poids n kilogramme, qui est celui d'un décimètre cube d'eau, et pressée comme si on l'eût posée sur un corps solide, et on y eût placé un cube ayant ce poids. Cette aire est aussi pressée en dessus qu'en dessous par l'eau qui la baigne; et n la descend à 2 décimètres, la pression devient 2 kilomes, et ainsi de suite. Lorsqu'elle flotte à la surface, elle

n'éprouve d'autre action que celle de l'atmosphère, qui agissait encore sur elle, outre le poids du liquide, en se transmettant par l'intermédiaire de l'eau où elle était d'abord plongée, et s'ajoutait à celle de ce liquide, comme nous allons l'expliquer.

Concevons trois vases, ayant pour fonds des surfaces égales, qu'elles qu'en soient d'ailleurs les formes, carrées, circulaires, ovales, etc.; si ces vases contiennent de l'eau à des hauteurs égales, la pression sera la même sur les fonds, quoique l'un de ces vases soit cylindrique, l'autre évasé, et le troisième resserré vers le haut. Il faut donc distinguer avec soin le poids de l'eau contenue dans un vase, de la pression exercée sur son fond; puisque celle-ci est égale au poids de l'eau du vase dans un cas, plus fort ou plus faible que ce poids dans les deux autres cas. C'est ce fait qui constitue ce qu'on nomme le *paradoxe hydrostatique de Pascal,* parce que cet illustre géomètre l'a le premier remarqué. (V. Eau.)

Pour trouver la pression exercée sur une paroi oblique ou verticale, il faut en concevoir tous les points poussés par des forces perpendiculaires, égales au poids des divers filets liquides qui s'étendent verticalement de leur surface jusqu'au niveau. Ces filets ont des hauteurs décroissantes à mesure qu'on se rapproche du niveau; les pressions correspondantes vont donc en s'affaiblissant de plus en plus, la plus considérable répondant au point de la surface, qui est plongé plus profondément. *Une surface plane plongée obliquement dans l'eau, ou la paroi plane d'un vase, éprouve la même pression, quelque situation qu'on lui donne, pourvu que l'enfoncement du centre de gravité de cette aire reste le même*, parce que la résultante de toutes les pressions ressenties par ses divers points est le poids d'un prisme d'eau qui a cette aire pour base, et pour hauteur cet enfoncement. Le changement d'inclinaison de cette surface ne fait alors varier que la direction de la pression, qui y demeure perpendiculaire; mais sa grandeur reste constante, pourvu que le centre de gravité reste à la même profondeur.

Dans un canal, quelles qu'en soient la forme et l'étendue, l'eau d'un réservoir situé à une extrémité doit s'élever dans

l'autre partie à la même hauteur. Nous donnerons aux articles SIPHONS, NIVEAUX, TUYAUX de conduite, des applications de ce principe. Nous voyons qu'on ne doit pas interrompre le cours de ces tuyaux par un bassin à l'air libre, ou un *aquéduc*, lorsqu'on veut conserver à l'eau un niveau supérieur, parce que le niveau ne compte plus dans ce cas du réservoir, mais de l'aquéduc. Les jets d'eau sont poussés en l'air, et tendent à remonter au niveau du réservoir, d'où ils proviennent, par la force de pression qui les chasse. (V. JET D'EAU.)

Les corps qui plongent dans l'eau ressentent la pression du liquide, comme le ferait la paroi d'un vase, et suivant les mêmes lois : l'eau les repousse, et tend à les faire remonter à la surface. Le poids des corps en est donc affaibli ; et c'est une règle générale que *tout corps plongé en tout ou partie dans un liquide y perd une partie de son poids égale à celui du fluide qu'il déplace*. L'importance de cette proposition, due à *Archimède*, la rend souvent applicable aux arts. Nous renvoyons aux articles POIDS SPÉCIFIQUES, ARÉOMÈTRE, DENSITÉ, EAU, où tout ce qui se rapporte à la densité des substances est exposé.

Nous avons expliqué (p. 4) les circonstances qui permettent à un corps de flotter sur l'eau, selon qu'elle est plus ou moins dense que lui : nous avons ajouté que l'état d'équilibre exige en outre que le poids du corps, qui est une force verticale agissant de haut en bas sur son centre de gravité, soit opposé à la *poussée du fluide* qui agit verticalement sur le centre de gravité du volume plongé ; donc les deux centres doivent être situés dans une même verticale.

Quand les deux centres de gravité sont dérangés de la direction verticale, il arrive ou qu'ils y reviennent, ou que le corps se renverse. Ainsi, dans le cas d'équilibre d'un corps flottant sur un fluide, cet état peut-être *stable* ou *instable*. (V. l'art. EAU.)

Mettez deux fluides inégalement denses dans un siphon (fig. 21), les surfaces supérieures ne seront plus de même niveau AD dans les deux branches. Si, après avoir mis du mercure dans un siphon, on verse de l'eau dans une des branches AB, cette eau FBL s'élèvera en L, et le mercure OF en O ; la colonne OF de mer-

cure pèse sur sa base FG de tout son poids, et cet effort se transmet à travers le liquide FCB jusqu'à la surface K, qu'elle tend à élever. Nous avons vu que, quelle que fût l'aire K, comparée à FG, KL est poussé de bas en haut par une force égale au poids d'une colonne de mercure ayant pour base (non pas GF), mais K, et pour hauteur FO. Le poids de la colonne FO agit sur FG ou K, comme un piston poussé par une force égale à ce poids de FO, laquelle se transmet en tout sens dans le fluide FCBK. La colonne d'eau LK, devant contre-balancer cet effort, doit peser autant que celle de mercure, et par conséquent être 13 fois et demie plus longue que FO, puisqu'elle est 13 fois et demie moins dense. En général, *deux fluides en équilibre dans un siphon doivent avoir leurs hauteurs dans les deux branches au dessus du plan horizontal de contact, en raison inverse de leurs poids spécifiques.*

II. Considérons maintenant les *gaz* ou *fluides élastiques.*

Renfermez un gaz dans un vase où le vide est fait, il tendra de suite à s'y répandre dans tout l'espace, et exercera sur les parois une pression de dedans au dehors, avec une force qui dépend de son état actuel, savoir, de sa température et de la quantité de fluide, eu égard à l'étendue de l'espace où il est contenu. En faisant abstraction de la gravité, cette pression est la même sur tous les points de la paroi. Les choses se passent ici comme pour les liquides sans pesanteur.

En restituant au gaz sa propriété de peser, nous concevons que chaque molécule est chargée du poids de toutes celles qui sont situées au dessus : ce sont autant de petits ressorts invisibles qui fléchissent sous l'effort qui les comprime, et réagissent contre cette force ; les particules inférieures sont donc chargées du poids de celles qui sont situées au dessus, et, dans le cas d'équilibre, se trouvant retenues en repos par les molécules voisines, il en résulte que ce poids s'ajoute à la force d'expansion, et s'exerce comme elle en tous sens : cela a lieu précisément comme pour un liquide.

Ainsi, pour les liquides comme pour les fluides élastiques contenus dans un vase fermé, la manière de déterminer la pression exercée sur les parois est absolument la même, et il n'y

a rien à ajouter à ce qu'on a dit page 356, si ce n'est qu'il faut connaître la force d'expansion, et l'ajouter au poids de la colonne du gaz qui est au dessus du point pressé; et si quelque force comprimante agit en outre, il faut encore la joindre aux précédentes, car elle se transmet dans sa totalité et en tous sens, comme ferait une puissance avec un piston sur un liquide. D'ailleurs, cette pression s'exerce perpendiculairement à la surface sur laquelle elle agit, et agit par conséquent en tous sens, même de bas en haut, puisqu'on peut faire prendre à cette surface toutes les directions imaginables, selon la forme arbitraire du vase.

Chaque gaz a son poids propre qui dépend de sa nature, et cela pour une température donnée.

La table suivante fait connaître *le poids d'un litre ou décimètre cube de gaz secs, sous la pression de 760 millimètres de mercure, et à la température de la glace fondante.*

SUBSTANCES.	GRAMMES.	SUBSTANCES.	GRAMMES.
Air atmosphérique...	1,2991	Chlore............	3,2088
Oxigène...........	1,4337	Vapeur d'eau.......	0,8100
Azote.............	1,2590	——— d'alcool....	2,0958
Hydrogène.........	1,0951	——— d'éther sulf..	3,3595
Acide carbonique....	1,9741	Cyanogène.........	2,3467
Ammoniaque.......	0,7752	Carbure de soufre...	3,4357

Et si l'on veut comparer ces poids à ceux des corps solides ou liquides, il suffira de connaître les rapports de ceux-ci entre eux; on sait, par exemple, que le mercure pèse 10477,9 fois plus qu'un pareil volume d'air atmosphérique à 760^{mm} et 0°, que le litre d'eau pèse un kilogramme, et que le mercure pèse 13,598 fois plus que l'eau. (*V.* POIDS SPÉCIFIQUES.)

Maintenant il nous reste à examiner comment la pression et la chaleur font varier le poids des gaz sous un volume donné, et nous saurons trouver ces poids dans toutes les circonstances.

La qualité physique qui distingue les gaz des liquides est la parfaite élasticité des premiers. La *loi de Mariotte* sert de fondement à cette doctrine : voici en quoi elle consiste. *Les volumes des gaz varient en raison inverse des pressions auxquelles on les soumet, et leur force d'élasticité croît dans le même rapport, quand la température reste d'ailleurs constante.*

Il s'agit maintenant d'analyser l'effet de la température ; mais on sait, d'après la loi de M. Gay-Lussac, que tous les gaz se dilatent des $\frac{1}{800}$ (ou 0,00375) du volume occupé à zéro, pour chaque degré du thermomètre centigrade. Il sera donc facile de calculer le volume de gaz et sa force expansive, en ayant égard à cette considération. La formule donnée T. II, p. 490, résulte de ces deux lois : elle apprend à calculer les changemens d'un volume v sous une pression p et une température centigrade t, quand le volume devient v', la pression p' et la température t', savoir:

$$pv\,(800 + 3t') = p'v'\,(800 + 3t).$$

en faisant $v' = 1$, $p' = 760$ milli. $t' = 0$, on a $v = \frac{19}{20} \cdot \frac{800 + 3t}{p}$,

c'est le volume v que doit occuper un litre de gaz à une température t et une pression p données, lorsqu'il était originairement à 760 millimètres et à zéro.

Voici la formule qui sert à déterminer le poids d'un volume de gaz. Soit π le poids en grammes d'un litre de gaz sec à 0° et 760 millimètres (ce poids est donné dans notre tableau) ; puisque le volume v pèse encore π, on a la proportion, si v pèse π, le volume 1 pèse x; donc à la température centigrade t et sous la pression p, un litre de ce gaz pèse, en grammes,

$$x = \frac{20}{19} \cdot \frac{p\pi}{800 + 3t}.$$

Dans tout ceci, nous avons supposé que les gaz sont secs.

Les fluides élastiques se divisent en deux grandes classes : les uns, auxquels on donne proprement le nom de *gaz*, sont ceux qui, sous toutes les pressions, conservent l'état gazeux ; les autres, qu'on nomme Vapeurs, ne sont sous forme de fluides élas-

ues qu'à des pressions qui ne passent pas certaines limites, au à desquelles la substance se condense en liquide. (*V.* ÉVAPO-
rION.)

Tant que les vapeurs conservent l'état de fluides élastiques, es sont régies par les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, en ce i concerne leur force élastique et leur volume, sous des pres-ns et à des températures données; mais dès qu'elles se conden-it en liquides, après avoir manifesté les phénomènes de chaleur i accompagnent ce passage, elles rentrent dans la classe des uides, et sont soumises aux lois d'incompressibillité, de poids de pression qui caractérisent ces substances. FR.

FLUTE TRAVERSIÈRE (*Arts mécaniques*). C'est un instru-ent à vent, de forme cylindrique, percé dans sa longueur d'un nal qui communique à l'extérieur par l'une de ses extrémités mmée *pied*, et par quelques trous latéraux; l'autre bout, ap-lé *tête*, est bouché; le son y est excité par le souffle qu'on troduit avec la bouche dans un trou latéral percé vers la te; c'est *l'embouchure*. Tous ces trous, disposés en ligne droite, nt ordinairement au nombre de huit.

Tout instrument à vent peut être assimilé à un instrument à rdes, la longueur de la colonne d'air, sa grosseur et sa masse, nstituant les mêmes choses que pour une corde vibrante; les us, qu'on ouvre ou bouche avec les doigts, sont des moyens accourcir ou d'allonger la corde, comme on le fait en pressant les igts sur les cordes d'un violon. (*V.* les mots, SON, COR, CLARI-TTE.)

Pour rendre la flûte plus commodément portative, on fait le be de trois à quatre pièces nommées *corps;* ce sont des cylin-es qui peuvent s'ajuster bout à bout pour n'en faire qu'un seul, l'aide de gorges terminales qu'on fait entrer dans les bouts s tuyaux contigus.

Le canal, nommé *perce*, n'est pas cylindrique; il est large de à 20 millimètres à la tête, et seulement de 14 à 15 au pied. utes ces conditions sont les mêmes que pour la CLARINETTE. . ce mot.)

Voici les distances à observer entre les centres des trous, comp-

tés depuis le bout du pied de la flûte jusqu'au premier trou, de celui-ci au second, du second au troisième, etc., savoir : 65 millimètres, 58, 30, 42, 53, 37, enfin 29 millimètres. Vient ensuite l'embouchure qui est à 21 centimètres de ce dernier trou. Ces distances sont déterminées par la longueur de la corde sonore destinée à rendre les divers sons de la gamme sous une épaisseur variable, telle que celle du canal. (*V.* Corde.) La flûte entière est longue d'environ 6 décimètres; les longueurs des corps sont respectivement, en commençant par le pied, 9 ½, 14, 14 ½ et 24 centimètres. Le premier trou est seul sur le pied; le second corps a trois trous; le troisième aussi trois; enfin le quatrième n'en a qu'un seul, qui est l'embouchure. Cette dernière pièce est fermée à la tête par un bouchon de liége, qui est exactement ajusté, et qui est entré dans le canal jusque près de l'embouchure; et pour plus d'élégance, un bouchon ou *tampon* de bois, proprement travaillé en *goutte*, termine la tête.

On joue la flûte en la tenant entre les doigts dans une position horizontale, le tube appliqué sur le haut du menton, parallèlement aux lèvres, l'embouchure située sous le milieu de la bouche : en serrant les lèvres on ne laisse sortir qu'un filet d'air qui frappe les bords de l'embouchure, s'y brise et vibre; la colonne, qui s'étend de ce point jusqu'au trou qu'on a débouché, entre en vibration et rend le son qui est propre aux dimensions de cette corde vibrante.

Les trois trous les plus voisins de l'embouchure sont fermés par l'index, le médium et l'annulaire de la main gauche; les mêmes doigts de l'autre main bouchent les trois trous du second corps; les pouces, fixés sous le tube, ne bouchent aucun trou : enfin, le trou du pied étant trop éloigné pour que le petit doigt de la main droite puisse l'atteindre, on y dispose une Clef qui reste ordinairement fermée, et dont la queue est près de ce petit doigt, qui, en l'attaquant, peut la faire basculer pour ouvrir le trou.

Les dimensions que nous venons de donner ne sont pas de rigueur; si l'on rétrécit ou élargit la perce, il faut aussi changer les intervalles des trous et la longueur totale. D'ailleurs, on

fait des flûtes de différens tons, et pour lesquels la corde sonore doit varier de dimensions. Telle est la *petite flûte* qui rend des sons à l'octave de la précédente, et n'a que 33 centimètres de long et une perce de 8 à 12 millimètres; le FIFRE, qui est destiné à accompagner le tambour dans les marches militaires, etc. Pour amener les sons à leur degré de justesse, l'ouvrier évide les trous avec une FRAISE, du côté de la perce, et par quelques tâtonnemens il réussit facilement à obtenir la précision qu'il désire; il se procure de bons modèles ou étalons qui le guident dans le choix de la tarière et la disposition des trous.

La flûte doit être considérée comme un instrument à *sons fixes*; aussi le *tempérament* y est-il nécessaire. (*V.* ACCORDEUR.) Ces sortes d'instrumens ne peuvent jamais être rigoureusement justes, et on doit se borner à leur donner une justesse approchée, en répartissant, par portions très petites, les erreurs inévitables de ton, afin de rendre insensibles à l'oreille les fausses intonations. Plus que tout autre instrument peut-être, la flûte exige ces préparations; et même plusieurs des sons qu'elle donne ne sont justes dans aucun ton. En vain l'artiste modère-t-il ou force-t-il le vent pour changer la vitesse des vibrations, et baisser ou hausser quelque peu les sons qu'il sait être défectueux. Comme ces artifices ne sont permis que dans d'étroites limites, il n'est pas assuré d'obtenir la justesse qu'il désire. S'il force le souffle, la note *octavie*, parce que la corde vibrante se divise d'elle-même en deux ventres égaux. (*V.* CORDE.)

Le trou de l'embouchure est ovale et d'un diamètre (9 à 10 millimètres) moitié plus grand que celui des autres trous. Il est aminci et comme tranchant sur les bords, et évidé en dedans pour mieux briser le vent. Plus on lâche les lèvres en soufflant, et plus le son baisse; il monte au contraire à l'aigu quand on serre les lèvres, pour donner plus de force à l'air insufflé. Il n'est pas donné à tout le monde de produire de la sorte des sons pleins et purs, d'avoir, comme on le dit, *une belle embouchure*; c'est un vrai présent de la nature, qu'elle refuse quelquefois à de très habiles artistes.

La chaleur de l'haleine dilate la colonne vibrante, les parois

du tube se gonflent par l'humidité, et les conditions des vibrations, lorsqu'on a joué quelques instans, ne sont plus les mêmes. Aussi le *diapason* monte-t-il, c'est-à-dire qu'un *la*, par exemple, devient un peu plus haut qu'il n'était. Lorsqu'un joueur de flûte veut se faire accompagner d'autres instrumens, il doit d'abord s'exercer pendant quelques momens, pour que l'instrument *fasse son effet* avant de donner l'accord. En allongeant la flûte, on peut baisser un peu les tons; pour cela on tire l'un des corps pour faire sortir la gorge de l'anneau. Il y a encore un autre moyen de produire cet effet; c'est de changer la place du bouchon, qui est près de la tête; car en augmentant la chambre où l'air se met en vibration, on change l'étendue de la colonne d'air. A cet effet, le bouchon a été remplacé par un PISTON composé de plusieurs rouelles d'un cuir doux, épais et élastique, enfilées sur une tige et serrées entre une petite plaque fixe et un écrou.

On a aussi un ou deux *corps de rechange*, qu'on peut substituer au troisième corps tenu par la main gauche, pour baisser les tons, en allongeant la corde sonore. L'un de ces corps a un, l'autre deux centimètres de longueur de plus que celui qu'il doit remplacer. Les trois trous latéraux dont ils sont percés sont alors pratiqués dans les relations convenables, eu égard à leurs distances à l'embouchure.

Le plus grand des inconvéniens de la flûte, pour ce qui concerne la justesse des sons, c'est que cette qualité n'existe presque jamais pour certains sons fondamentaux; souvent le *fa* naturel est trop haut, le *fa* dièse trop bas, etc. Pour remédier à ce défaut, on a beaucoup perfectionné la flûte dans les derniers temps. On y a percé quatre à cinq autres trous bouchés par des clefs, et intermédiaires entre les précédens; outre la clef du *ré* dièse, qui est au pied, et dont il a déja été question, on a donc encore des clefs pour le *fa* naturel, le *fa* dièse, le *sol* dièse, le *si bémol*, l'*ut* dièse. La place du trou que bouche une clef est la seule chose qui soit rigoureusement fixée par la longueur correspondante de la colonne d'air propre au ton qu'on veut produire; encore peut-on percer ce trou où l'on veut, sur toute la circonférence d'un anneau.

Le son le plus grave de la flûte est le *ré* à l'unisson de celui que rend à vide la deuxième corde d'un violon; tous les trous sont alors bouchés: on peut donner l'*ut* dièse, en tournant l'embouchure en dedans, et soufflant très doucement. La flûte a trois octaves pleines; mais les sons d'en haut sont trop aigus et fatigans à soutenir.

La matière dont on peut faire une flûte est à peu près indifférente à l'effet, pourvu que l'humidité du souffle ne soit pas une cause de déformation du tube; on préfère se servir des bois durs, tels que le buis, l'ébène, la grenadille, etc. On en fait même en cristal, qui sont d'une seule pièce; elles sont invariables par l'humidité, mais trop lourdes et trop fragiles.

La Flute douce ou Flute a bec est une flûte ordinaire, dont la tête, au lieu d'être bouchée, porte un appareil en biseau nommé Sifflet, par lequel on fait entrer le vent avec la bouche en serrant ce bec avec les lèvres. On tient cette flûte devant soi, comme une clarinette, le pied ou bout ouvert éloigné du corps; les doigts de la main gauche bouchent en dessus du tube les trois trous les plus rapprochés de l'embouchure; ceux de la droite, les trous qui sont vers le pied de l'instrument: les pouces sont en dessous du tube, et celui de la main gauche bouche un trou qui est ici de plus qu'à la flûte traversière. Du reste, la construction de ces deux instrumens est absolument la même. La flûte à bec fait deux octaves et un ton, depuis le *fa* grave de la flûte traversière jusqu'au *sol* de la double octave. Certains sons se font en bouchant seulement la moitié d'un trou.

Le Flageolet est un petit tube de 3 à 9 pouces de long, percé d'un canal longitudinal, et de six trous latéraux, quatre en dessus, deux en dessous. Ces derniers sont bouchés par les pouces, et les autres par les doigts index et médium de chaque main, la gauche près du visage. Le tube est terminé par un petit évasement nommé *patte*, qui se trouve placé si près de la main droite que le doigt annulaire libre peut boucher en partie cette patte pour obtenir quelques sons graves, et particulièrement l'*ut* et l'*ut* dièse.

On joue le flageolet en soufflant dans un bec à sifflet, ce qui

re ouvert ou fermé. On commence d'une haleine très faible, 'on renfonce peu à peu : ces sons n'ont pas de justesse. En uchant plus ou moins le trou de la patte, on peut faire desndre le son le plus grave d'une tierce majeure. Quand le flaolet octavie, les trous étant tous bouchés, souvent il redescend son ton naturel, en ouvrant tous les trous, quoique ce soit moyen ordinairement employé pour élever les sons à l'aigu; sorte qu'il octavie plus aisément les trous étant bouchés qu'ourts; d'où il arrive qu'on lui donne son ton naturel plutôt en vrant le demi-trou qu'en le fermant. Il faut savoir que le xième trou ne doit être qu'à demi-ouvert, pour passer à l'octe de tous les tons naturels donnés par l'instrument.

L'étendue du diapason est d'une quinzième ; le ton de *sol* maur ou mineur est l'un des plus faciles à jouer.

Pour donner plus de justesse au flageolet, on a imaginé de uper la corde sonore en un plus grand nombre de points ; mais trous sont déja si rapprochés, qu'il n'y a de place sur le tube e pour les six doigts qui le tiennent : on n'a donc pu y faire utres trous qu'en les bouchant par des *clefs* ; et, en effet, ce rfectionnement est assez avantageux ; il enrichit l'instrument quelques effets plus sûrs ou nouveaux : mais on n'a pu y met- plus de quatre clefs, dont deux même ne servent, pour ainsi re, qu'à faire des cadences.

Le Galoubet est une petite flûte à bec qui n'est percée que de is trous, et qu'on joue d'une seule main. Cet instrument, de s petite dimension, a un porte-vent, comme le flageolet, et est pre aux bals, dans des salons peu étendus. Le musicien, qui ne main libre, peut en même temps frapper la mesure sur un nbourin. Le galoubet peut rendre une dix-septième, depuis *sol* jusqu'à l'*ut* de l'octave suivante, par les diverses combisons de trous ouverts, ou bouchés en tout ou partie, ou en difiant la force du souffle. Seulement l'on ne peut faire que quatre notes *sol*, *la*, *si*, *ut* de l'octave grave ; plusieurs des mi-tons de l'octave suivante sont impossibles ; aussi faut-il e musique écrite exprès pour le galoubet. On a aussi imaginé percer le tube de 4 et de 5 trous fermés par des clefs Fr.

FLUORURES. On nomme ainsi les combinaisons du fluor avec les métaux. Ils étaient connus, il y a quelques années encore sous la dénomination de *fluates*, parce qu'on les considérait comme formés d'oxides métalliques et d'acide fluorique. Aujourd'hui il est à peu près prouvé que l'acide fluorique ne contient pas d'oxigène, mais bien de l'hydrogène et du fluor, et qu'en se combinant avec les bases, il donne naissance à de l'eau et à des composés binaires, les *fluorures* analogues aux chlorures, aux brômures et aux iodures. Les fluorures n'éprouvent aucune action de la part des corps combustibles; traités à chaud, dans des vases de plomb ou de platine, par l'acide sulfurique concentré, ils produisent une effervescence, et laissent dégager des vapeurs blanches très piquantes d'acide hydrofluorique: ces vapeurs exercent sur l'économie animale une action des plus énergiques; reçues sur une lame de verre, elles en détruisent la transparence; la silice du verre est décomposée; son oxigène se combine avec l'hydrogène de l'acide pour former de l'eau, tandis que le fluor et le silicium produisent du fluorure de silicium (gaz acide fluosilicique). De toutes les propriétés des fluorures, cette dernière est la plus caractéristique.

Lorsque le fluorure, avant d'être chauffé avec de l'acide sulfurique concentré, a été préalablement mêlé avec de la silice en poudre fine, il en résulte un gaz très fumant qui, reçu dans l'eau, y produit un dépôt de silice gélatineuse, dont la production est aussi l'un des meilleurs indices de la présence des fluorures. Les fluorures solubles dans l'eau sont ceux de glucinium, d'aluminium, de potassium, de sodium, d'étain, d'antimoine, de cobalt, de nickel, d'argent, de cuivre, de platine et de chrôme. La plupart des autres ne sont pas ou n'y sont que très peu solubles. Le plus insoluble est le fluorure de calcium (spath fluor); versés dans une dissolution d'argent, les fluorures n'y portent pas de trouble, ce qui les distingue immédiatement des chlorures. Tous les fluorures sont plus ou moins fusibles; on profite de cette propriété, dans le traitement de certains minéraux, pour rendre les gangues elles-mêmes plus faciles à fondre; quelques uns sont volatils. Leur action sur les couleurs végétales, s'ils sont solubles,

n'est jamais nulle, comme l'est celle de la plupart des chlorures. Tantôt ils ramènent au bleu la couleur du tournesol rougie par un acide, tantôt ils rougissent cette même couleur; les premiers agissent comme des bases, les secondes comme des acides, et beaucoup sont susceptibles de s'unir entre eux pour former des fluorures doubles. Un de ces composés, le fluorure d'aluminium et de sodium, se trouve dans la nature; on l'appelle *chrysolithe*. On les produit artificiellement soit par l'union directe des fluorures entre eux, soit par l'action des oxides ou des carbonates sur les hydrofluates de fluorures.

Le fluorure le plus répandu dans la nature, celui qui sert à préparer tous les autres, est le fluorure de calcium, sel formé de 1 équivalent de fluor et de 1 équivalent de calcium. Il est tantôt blanc, tantôt coloré en rose, en jaune, en vert, en bleu ou en violet, ce qu'il doit, dans ce cas, à la présence de quelques traces d'oxides métalliques, le plus souvent d'oxide de manganèse. Il cristallise en cubes ou en octaëdres. Il décrépite fortement sur les charbons ardens, en produisant une superbe lumière phosphorescente, bleuâtre. Ce phénomène est surtout frappant dans l'obscurité; lorsque le fluorure de calcium a été ainsi exposé à l'action de la chaleur, si on le laisse refroidir et qu'on le remette sur des charbons rouges, il ne produit plus de phosphorescence. On trouve dans la nature quelques espèces de spath fluor que la chaleur ne rend pas lumineux, ce qui porte à croire qu'ils ont été exposés dans le sein de la terre même à une haute température, tandis qu'au contraire les premiers paraissent avoir une origine aqueuse.

La chaux fluatée de Lunébourg, le fluorure de calcium que l'on a préparé par double décomposition, en versant du fluorure ou potassium dans un sel calcaire, donnent une lumière violette, verte ou bleue, selon l'intensité de la chaleur à laquelle on les porte.

Dans tous les cas, le fluorure de calcium qui a été calciné et qui cesse par conséquent d'être immédiatement phosphorescent, reprend cette propriété, lorsqu'à l'aide d'agens chimiques, on le dissout pour le précipiter de nouveau.

Le spath fluor accompagne souvent les filons d'argent et de plomb : quelquefois il sert de gangue aux mines d'étain et de plomb, etc., etc. On le rencontre aussi dans le règne animal, particulièrement dans l'émail des dents, mais en quantité très minime. Il existe aussi dans l'urine de l'homme, au moins dans certaines circonstances; enfin l'eau minérale de Carlsbadt en contient sensiblement.

L'hydrofluate d'ammoniaque sert quelquefois pour graver sur le verre; à cet effet, on recouvre le verre d'un mélange de cire et de térébenthine; on dessine avec une pointe sur l'enduit, et on verse une dissolution de sel sur la partie qui a été mise à nu. Le corps gras résiste, tandis que les traits enlevés par le burin sont corrodés.

L'hydrofluate d'ammoniaque se prépare en distillant un mélange de fluorure de sodium sec et de sel ammoniac; il y a double échange, formation et dégagement d'hydrofluate qui distille sous forme de poudre ou de petits cristaux.

Quand on fait passer dans l'eau un courant d'acide fluosilicique (fluorure de silicium), elle est décomposée; son oxigène s'unit au silicium pour former de la silice qui se dépose, tandis que son hydrogène formé, avec une quantité correspondante de fluor, de l'acide hydrofluorique, qui s'unit avec une portion non décomposée de fluorure de silicium, d'où résulte un nouvel acide très remarquable que l'on a appelé *acide hydrofluosilicique*. C'est, comme on le voit, d'après la réaction indiquée ci-dessus, une combinaison d'acide hydrofluorique et d'acide fluosilicique, ou, en d'autres termes, un hydrofluate de fluorure de silicium. En versant dans ce composé un oxide ou un carbonate de manière à saturer l'acide hydrofluorique, on obtient une série de sels doubles très remarquables. P....ze.

FLUX. En chimie et dans les arts, on comprend sous ce nom toutes les substances susceptibles d'opérer, à l'aide de la chaleur, la fusion de diverses matières.

On voit par cette définition que l'usage des flux est à peu près le même que celui des fondans. Toutefois on emploie le plus

ordinairement les flux dans la double intention de faire fondre les métaux et de les désoxider. (*V*. FONDANT.)

Flux blanc. On nommne ainsi le résidu de la détonation d'un mélange de deux parties de nitre et d'une partie de crême de tartre. La quantité d'oxigène de l'acide nitrique suffit pour brûler tout le charbon de l'acide tartrique. Il en résulte que le flux blanc n'est autre chose que du carbonate de potasse assez pur, dont on se sert comme d'un excellent fondant dans le traitement docimastique, par voie sèche de certains métaux.

Flux noir. Lorsqu'au lieu de deux parties de nitre et d'une de tartre, on prend parties égales de ces deux sels, il reste avec le carbonate de potasse une certaine quantité de charbon non brûlé, qui donne au flux la couleur noire d'où il tire son nom. A cause de ce charbon, il possède, outre la faculté de faire fondre, qui lui est commune avec le flux blanc, celle de désoxider les oxides métalliques; double avantage qui le fait préférer au premier dans un grand nombre de circonstances. L. R.

FONDANT (*Arts chimiques*). On donne ce nom à toutes les substances qui, mêlées et chauffées avec des corps soit simples, soit composés, sont capables d'en faciliter la fusion.

Quoique dans l'emploi des fondans on ait principalement pour but d'opérer la fusion des corps, ce n'est pas toujours dans la seule intention de les faire fondre qu'on en recommande l'usage: on en retire encore d'autres avantages, par exemple, d'amener à l'état de pureté l'un des élémens du corps composé que l'on soumet à leur action; de défendre cet élément du contact de l'air, et d'empêcher par là son oxidation. Ainsi, dans beaucoup d'opérations métallurgiques, la matière fondue, plus légère que le métal dont elle a facilité la séparation, sert à le garantir de l'action de l'air.

De ce qu'une substance agit comme fondant dans telle circonstance, il ne faudrait pas en conclure qu'elle doit jouir éminemment de la propriété de se fondre elle-même, quand on l'expose seule à l'action de la chaleur. Tel corps, réfractaire par lui-même, devient fusible lorsqu'on le chauffe avec un autre qui, seul aussi, résisterait à un feu violent. Ainsi, deux corps infu-

sibles séparément, se fondent aisément lorsqu'ils sont réunis, et chacun d'eux reçoit et donne une fusibilité dont ils étaient dépourvus isolément. D'après ces faits, on serait disposé à admettre que tous les corps pourraient devenir fusibles et même fondans, et qu'il ne manquerait au plus réfractaire que de se trouver avec le corps qui lui convient à cet effet sous l'influence de la chaleur.

On sent qu'il ne peut être question ici que des fondans proprement dits, et spécialement de ceux dont on fait journellement emploi dans les arts; tantôt en grand dans la métallurgie, ou l'art de purifier les métaux pour le besoin du commerce, tantôt en petit dans la docimasie, ou l'art d'éprouver les minerais au moyen de la voie sèche, ainsi que dans les essais au chalumeau, qui se rattachent à la docimasie, et enfin dans l'art de préparer les verres et les émaux.

On peut diviser tous les fondans en quatre classes : les fondans *terreux*, les fondans *alcalins*, les fondans *acides*, et les fondans *métalliques*.

I. Dans les premiers, on comprend les substances calcaires, argileuses et siliceuses. Les substances calcaires le plus employées sont les chaux carbonatées grenues ou compactes, spathiques et ferrifères, la craie, la marne, le marbre, et plus rarement la chaux fluatée. On tire un grand parti de l'action fondante qu'elles exercent sur la silice et l'alumine des minerais dans les travaux des forges, et on les distingue sous le nom générique de *castine*. La quantité de castine que l'on ajoute varie selon l'état des minerais; elle doit être proportionnelle à la quantité des terres alumineuses ou siliceuses que ces minerais contiennent. Il est telle mine argileuse à laquelle on mêle, pour 100 parties, 15 parties de castine, 57 parties de charbon, et de laquelle on obtient 34 parties de fonte, qui produisent 26 parties de fer. Au reste, l'expérience seule peut préciser la quantité qu'exige le minerai qu'il s'agit d'exploiter. Quant au choix de la variété de castine à employer, on préfère dans les forges la chaux carbonatée ferrifère, à cause du fer qu'elle renferme, et qui augmente d'autant le produit de l'opération.

De même que les matières calcaires (ou castines) sont employées avec succès pour opérer la fusion des mines de fer argileuses, de même aussi on fait usage des substances argileuses pour fondre les mines de fer à gangue calcaire. L'action réciproque de ces substances, en même temps qu'elle contribue à la séparation de la fonte, donne lieu à la matière vitreuse de couleur ou blanche ou verdâtre, portant le nom de *laitier*, qui recouvre le métal durant l'opération, et le défend du contact de l'air. Les substances argileuses dont on se sert le plus fréquemment sont l'argile ordinaire, l'amphibole, le basalte, la wacke, etc.; celles qui renferment du fer sont préférables pour le traitement des mines de ce métal. M. Guyton a indiqué comme un bon fondant, pour la réduction des mines de fer, un mélange de 8 parties de verre pilé, d'une partie de borax, et d'une demi-partie de poussière de charbon.

Le spath fluor (chaux fluatée) est un fondant propre au traitement des mines à gangue siliceuse, alumineuse et calcaire: il est plus spécialement employé soit en petit, soit en grand, comme on le fait à Freyberg, pour accélérer la fusion du gypse et du sulfate de baryte. Quoique assez abondant dans la nature, on ne les rencontre pas partout comme le carbonate de chaux, qui est d'un usage plus général.

Les fondans siliceux, qui sont principalement le quarz, le silex, le feldspath, le grès, le jaspe, etc., ne sont guère employés que pour la fabrication des émaux, et spécialement pour la préparation du verre de cobalt. Ils opérent aisément la fusion des minerais qui contiennent beaucoup de chaux et d'alumine; ils forment aussi des scories liquides avec les oxides de plomb et de fer.

II. Les fondans alcalins sont les meilleurs de tous pour opérer la fusion des terres et des métaux; mais leur prix élevé s'oppose à ce qu'on les emploie dans les travaux en grand. Ils sont presque exclusivement réservés aux analyses ou essais docimastiques, dont l'objet est de reconnaître la nature et la proportion des élémens qui composent les minéraux en général.

Le tartre brut fait cependant exception, en ce qu'il a été long-

temps exclusivement employé au traitement des mines de sulfure d'antimoine. La base de ce sel alcalin, la potasse, forme avec le soufre de la mine, un sulfure plus léger que le métal, et qui le garantit du contact de l'air.

Le borax, ou borate de soude, si fusible par lui-même, facilite la fusion de l'or, de l'argent et d'un grand nombre de métaux: il dissout les oxides de beaucoup d'entre eux, en prenant diverses couleurs, qui servent à les faire reconnaître.

La potasse et la soude caustiques, à la dose de 3 à 4 parties, et aidées d'une chaleur forte et soutenue, fondent les pierres les plus réfractaires; les sous-carbonates et les sulfates acides des mêmes alcalis, à la dose de 4 à 8 parties, agissent d'une manière semblable, et rendent ainsi les élémens de ces minéraux solubles dans l'eau et dans les acides.

Quand les minéraux à traiter renferment de la soude, de la potasse ou du lithium, on substitue aux sels à base de ces alcalis des nitrates ou des carbonates de baryte, et même de strontiane, dans le cas où le minéral contiendrait de la baryte, pour opérer la fusion de ces minéraux; ce qui permet de reconnaître la présence de l'alcali que l'on présume y exister.

Outre les sels alcalins ci-dessus désignés, on se sert avec avantage, comme fondans, dans les travaux docimastiques, et surtout dans les essais au chalumeau, des phosphates de soude et d'ammoniaque, ainsi que des résidus d'un mélange de tartre et de nitre, nommés Flux (V. ce mot), et ceux de *flux blanc* et *flux noir*. Les premiers facilitent la fusion des minéraux et des oxides métalliques, dont ils font ressortir les couleurs caractéristiques, autrement et souvent mieux que le borax; les seconds opèrent la réduction des métaux.

III. On ne connaît que deux acides auxquels on puisse donner le nom de *fondans*; ce sont les acides phosphorique et borique. On emploie le premier aux mêmes usages que les phosphates de soude et d'ammoniaque: ce n'est même que par l'excès de cet acide, qui résulte de la décomposition du phosphate d'ammoniaque, que ces sels agissent sur les métaux; et si le plus ordinairement on préfère ces derniers, c'est parce qu'on se les procure

plus aisément et à moins de frais que leur acide à l'état de pureté.

Quant à l'acide borique, on s'en sert quelquefois avec succès dans les analyses pour la fusion des minéraux qui renferment des alcalis; M. Berzélius a constaté dernièrement l'avantage qu'il y a, dans les essais au chalumeau, de manifester la présence de l'acide phosphorique dans les minéraux. Aujourd'hui cet acide est recueilli dans la Toscane avec tant d'abondance, qu'il excède les besoins de la fabrication du borax, et qu'à cause de son bas prix et de ses qualités précieuses comme fondant, on a déja songé à l'employer comme tel dans la fabrication des poteries.

IV. On peut comprendre, sous la dénomination de *fondans métalliques* : 1° les scories provenant de plusieurs travaux métallurgiques, celles, par exemple, que l'on obtient de la fonte du plomb, de la liquation du cuivre, etc. : ces scories sont employées de préférence dans le traitement des mines de cuivre et de plomb. 2° Les grenailles de fer ou de fonte, dont on tire un parti si avantageux pour réduire le sulfure de plomb ou galène, ainsi que le sulfure d'antimoine, pour leur enlever le soufre ét opérer leur complète réduction. 3° Certains oxides, carbonates ou nitrates métalliques, notamment ceux de barium et de plomb, pour fondre les minéraux qu'on soupçonne renfermer de la potasse, de la soude ou du lithium; ceux de plomb sont préférables, en ce qu'ils facilitent la fusion à une température beaucoup moins élevée que celle que la barite exige, et qu'ils opèrent cette fusion sans effervescence sensible. L..R.

FONTAINE (*Arts mécaniques*). Il ne sera question ici que des fontaines que les usages domestiques destinent à l'épuration des eaux : ce sont les seules qui méritent place ici, comme objet d'industrie générale. Les *fontaines de Héron*, *intermittente* et *de compression*, sont des appareils de physique fondés sur des principes développés en diverses endroits de notre Dictionnaire, mais qui, par eux-mêmes, offrent peu d'intérêt. (*V*. T. IX du grand Dictionnaire.)

Les fontaines de cuisine sont de grands vases en poterie ou en cuivre étamé, montés sur un trépied, et percés au bas d'un trou

auquel on mastique un robinet. Vers le fonds de ce vase est un diaphragme en poterie ou en métal, percé de trous, sur lequel on met un lit de sable où l'eau est arrêtée et dépose ses impuretés. Ce sable est recouvert d'un second diaphragme, pour que le sable et la vase ne soient pas remués chaque fois qu'on remplit la fontaine d'eau. Le tout est fermé d'un couvercle.

La *fontaine filtrante* est un vase en forme de parallélipipède, formé de quatre dalles de pierres dure, dite de *liais*, ou de marbre. Le fond est de même matière; le tout est peint à l'huile et bien mastiqué pour contenir l'eau; ce vase est monté sur un pied en bois. Deux plaques de *grès filtrant*, pierre mince et poreuse, sont disposées dans l'intérieur, et mastiquées de manière à intercepter latéralement une chambre parfaitement close de toutes parts, à l'exception d'un trou ou tuyau qui est en haut, pour le passage de l'air. Deux robinets placés au bas de la fontaine communiquent aux deux capacités. L'eau qu'on verse dans la fontaine, aidée de la pression que produit sa charge, filtre à travers le grès; en sorte qu'on peut tirer de la fontaine de l'eau limpide ou trouble, selon qu'on puise au robinet de la grande capacité, ou à celui de la chambre. La vase se dépose à la surface du grès, et il faut l'enlever de temps à autre avec une lame de fer et une brosse.

Les *fontaines dépuratoires* ne donnent leur eau qu'après qu'elle a traversé un filtre de charbon. C'est, à l'ordinaire, un vase de forme et matière quelconque, monté sur un pied et ayant en bas un robinet. A 4 ou 5 pouces du fond, on place un diaphragme en métal ou en grès, criblé d'une multitude de petits trous, sur lequel est étendue une toile de laine, et une couche d'environ 2 pouces de grès pilé. Pour que l'air puisse entrer et sortir dans la capacité inférieure, on fixe un tube latéral qui y pénètre et s'élève et sort en haut du vase.

Au dessus du diaphragme en poterie, on dispose une couche épaisse de charbon en poudre et de grès pilé ou de sable; on comprime le tout fortement, et on ajoute une troisième couche de sable de deux pouces d'épaisseur. Un plateau en bois ou en poterie, de même forme et diamètre que le vase, est situé sur son

urtour au dessous de ces couches, et percé de trois ou quatre
os trous que recouvrent des champignons en grès; ces cham-
gnons sont percés de petits trous et enveloppés d'éponges. Enfin
second tube donne passage à l'air contenu dans les couches
filtre.

L'eau qu'on verse dans la fontaine traverse d'abord les épon-
; et y dépose ses plus grossières impuretés, puis les diverses
uches de charbon et de sable, et arrive dans la capacité infé-
ure, d'où l'on peut aisément la puiser par le robinet. Lowitz
ant reconnu la propriété désinfectante du charbon, et que
u la plus sale et la plus putride sortait limpide, sant goût ni
ur, après avoir traversé une couche de charbon en poudre,
t de filtrer l'eau a reçu de grandes améliorations par les
ns de MM. Cuchet, Ducommun.... Les sels dissous dans ce
uide restent, il est vrai; mais quand ils n'y sont qu'en faible
portion, on n'en éprouve pas d'inconvenient grave.

Non seulement on a employé le procédé de Lowitz dans des
taines domestiques, mais un grand établissement a été fondé
'aris, aux Célestins, par M. Happey, qui épure les eaux de la
ine et les distribue à domicile, à peu près au même prix que
eaux des porteurs. Trois vastes cuves en bois contenant cha-
ne plus de 900 hectolitres, reçoivent successivement les eaux
la Seine, qui y déposent, par le repos, le limon dont elles sont
argées; les eaux sont montées à l'étage supérieur dans la salle
u filtres, qui a 28 mètres sur 10. L'eau est puisée au milieu
u lit du fleuve par trois pompes, et trois autres pompes vont
s monter sur les filtres. Ces machines sont mues par un Ma-
ège. Chaque filtre est contenu dans une caisse prismatique en
is, doublée de plomb, et construit comme les filtres Cuchet.
vant d'arriver sur les filtres, les eaux sont versées dans des vases
plomb, où elles traversent des éponges qu'on lave très sou-
nt, pour les débarrasser de la vase qu'elles retiennent.

La fontaine à *filtre ascendant* de M. Lelogé ne présente pas
nconvénient d'engorger les filtres par la vase, parce que la fil-
ation se fait en dessous, et de bas en haut, par l'action de la
arge d'eau. La capacité est divisée en quatre chambres par

des [illegible]. La chambre d'eau [illegible] occupe la moi[tié] du vase, et est le grand réservoir où l'on verse l'eau. Ce liqui[de] descend dans la chambre inférieure par un conduit, et y dép[ose] ses plus grossières impuretés. A l'aide d'un robinet, on peut [illegible] l'eau, et un tampon bien joint permet de nettoyer cette chambre quand on le juge utile.

Entre ces deux capacités il y en a deux autres: l'inférieure est occupée par un filtre de charbon posé sur une pierre criblée de trous; l'autre a pour base une pierre poreuse, et communique par un tuyau avec un second robinet qui débite l'eau filtrée. L'eau qu'on verse dans le réservoir tombe en bas de la fontaine, et, par sa charge, traverse le fond criblé, le filtre de charbon et enfin la pierre filtrante. On adapte aux capacités moyennes des tubes à évent pour laisser issue à l'air. On supprime ordinaire-ment le filtre de charbon, la pierre filtrante étant suffisante. Fr.

FORAGE. (*Arts mécaniques*). Maintenant on coule les canons pleins [illegible] et on les fore ensuite. Il y a deux espèces de foreries, les verticales et les horizontales. Autrefois le canon était fixe et le foret mobile; c'est aujourd'hui le contraire, et toutes les foreries, soit verticales, soit horizontales, sont établies de manière que le foret reste immobile, et c'est le canon qui tourne sur son axe.

D'abord, on était dans l'usage de passer plusieurs forets les uns après les autres, pour mettre la pièce à son calibre, chaque foret augmentant le diamètre de l'ame de 8 à 10 lignes; et, après tous ces forages successifs, on passait enfin l'allésoir. Ce mode peu expéditif et dispendieux, à cause du grand nombre de forets qu'il fallait avoir, et du temps considérable qu'on perdait pour les changer, fut remplacé par un seul forage. L'ame fut presque mise de calibre du premier coup.

Le moteur d'une forerie peut être indifféremment l'eau, les chevaux ou la vapeur. On fore ordinairement quatre canons à la fois, pour chacun desquels on compte l'emploi d'une force de trois à quatre chevaux, suivant les calibres des canons. Le forage des canons de fer fondu pour la marine est plus pénible que le forage des canons de bronze.

Quel que soit le moteur; il donne le mouvement à quatre roues successives plus ou moins, suivant sa force, qui engrènent les unes dans les autres, dont les axes portent des carrés à l'une de leurs extrémités. Dans le prolongement de chacun de ces axes est posée une pièce de canon, supportée par deux collets dont l'un est placé sous l'étranglement du bouton de culasse, et dont l'autre est sous la naissance de la tulipe. En montant la pièce, on a dû ménager à l'extrémité du bouton de culasse une tige carrée de la même dimension que le carré des axes des roues, mais qu'on coupe après l'opération du forage et du tour. Les carrés de culasse du canon, et de l'arbre de la roue, étant placés vis-à-vis l'un de l'autre, on glisse dessus un manchon de fer fondu du même calibre, qui transmet le mouvement de la roue au canon qui lui correspond. Ainsi, en donnant le mouvement à une seule roue, les trois autres y participent, et on fore quatre pièces de canon à la fois. Nous décrirons cette opération comme s'il n'y en avait qu'une seule.

Avant de placer le canon dans ses collets, on a dû le pointer sur ses bouts, et le mettre sur un très fort tour, pour tourner les deux endroits correspondans aux collets. A cet effet, on place le canon dans les coches ou entailles circulaires de deux chantiers posés sur un plan horizontal. Alors, avec un *trusquin établi* (avec lequel on trace des lignes parallèles au plan horizontal), on détermine les points de centre sur chaque bout, en faisant prendre au canon, qui porte encore la *masselote*, quatre positions différentes; il tourne sur lui-même à chaque fois d'un quart de révolution. On a eu soin d'unir les bouts soit à la lime, soit au marteau, et de les frotter avec du blanc, pour que la trace du trusquin s'y marque bien. Menant ensuite deux diagonales au carré qui en résulte, leur intersection est le centre qu'on marque un peu à l'archet et qu'on pointe fortement.

Ce travail préliminaire terminé, le canon est mis dans ses collets, vis-à-vis l'axe qui doit le faire tourner, et avec lequel il est uni au moyen d'un manchon carré, ou d'un toc-toc. On commence par détacher la masselote à l'aide d'un outil en forme de bec-d'âne, fortement fixé au bâti de la forerie, et qu'un ouvrier

fait avancer en tournant une vis de pression. La mass étant abattue, on dresse la bouche du canon, et on y trace seulement un nouveau centre, mais encore quelques cercles centriques, dont un est égal au diamètre de l'ame que doit po la canon, et les autres un peu plus grands, et qui servent cor de repères pour s'assurer que l'ame est bien au centre.

Pour forer l'ame, on présente au canon, pendant qu'il tou un Foret qu'on presse contre le métal, et qui est porté par tige de fer assez grosse pour résister à la torsion, assez lo pour aller jusqu'au fond de l'ame, et qui est placée exacte dans la direction de l'axe du canon.

On place la langue-de-carpe du foret dans le centre d pièce, où on le maintient à l'aide d'une traverse servant de port, placée auprès de la bouche de la pièce. C'est dans ce c mencement qu'il faut apporter la plus grande attention : un mal commencé est très difficile à rectifier. Pour être sûr l'ame sera exactement concentrique, il faut que le foret absolument immobile, et ne participe en aucune manière mouvement du canon. La langue-de-carpe du foret fait d'al son trou à un pouce et demi de profondeur : alors la prem lame commence à mordre et augmente l'ouverture ; la deux lame mord ensuite, augmente encore l'ouverture, et met l' de calibre, à 2 lignes près qu'on réserve pour l'allésoir. La veillance doit se continuer jusqu'à ce que les deux lames s engagées dans le métal. Alors le foret ne se dérange guè moins qu'il ne rencontre dans le métal quelque endroit du des soufflures.

Il arrive, quand les tranchans ne coupent plus bien, qu débris métalliques s'engorgent, ce qui est annoncé par le que fait le foret. Alors on retire la limaille avec un croche en gros fil de fer ; ou, si ce moyen ne suffit pas, on retire le même. Cet inconvénient n'existe pas dans les foreries vertic mais elles en ont d'autres plus graves, qui font donner la férence aux horizontales.

Il résulte de la forme du foret que le fond de l'ame se t composé de plusieurs parties saillantes les unes sur les a

ous ces réduits doivent être effacés avant d'y passer l'allésoir. cet effet, on se sert d'un outil de *fond*, mèche demi-circulaire u calibre du plus grand trou, et dont le bout est armé d'une me d'acier; elle coupe d'abord le premier réduit, ensuite le cond, et puis on la pousse jusqu'à ce qu'elle ait atteint le fond u trou conique pratiqué par la langue-de-carpe du foret.

Il est important de régler la vitesse de rotation du canon. S'il urne trop vite, le forage avance moins. Pour forer une pièce e 36, il est plus avantageux de faire tourner lentement, et de nner plus de pression au foret, surtout quand il s'agit du fer de la fonte.

Le mouvement progressif du foret peut se donner de différ ntes manières. Mais on emploie ordinairement une crémaillère achée au chariot de la machine à forer, et un pignon fixe V. Allésoir et fig. 3, pl. 2): celui-ci, à l'aide d'un levier à clic que porte son axe, et d'un poids suspendu à une corde ui s'enroule sur un arc de cercle fixé à l'extrémité du levier, sse la crémaillère, et par conséquent le chariot de la forerie ns lequel est fixée invariablement la tête du foret contre le non.

La limaille produite par le forage est un objet considérable, isqu'elle est un cylindre égal à l'ame de chaque canon. Si la aille est de bronze, on la porte au fourneau de réverbère ur les coulées suivantes; mais on ne l'y jette que quand il y a a un bain de métal, et en petites quantités à la fois : alors elle tre en fusion. (*V.* Fonderie.) La limaille de fonte de fer ne ut pas être rapportée au fourneau. Elle ne s'y fondrait pas, and même on la projetterait dans un bain.

Le contour extérieur des pièces de canon de bronze se tourne dinairement sur les collets de la machine à forer. Pour cela, a un outil qu'une vis promène dans toute la longueur, et l'une autre vis fait approcher plus ou moins du canon. Tout conservant la faculté de se mouvoir horizontalement dans ux directions perpendiculaires, cet outil doit être maintenu une manière solide sur l'une des poutrelles, base de la machine. Les canons en fer ne se tournent pas, et l'on y trouve, indé-

pendamment de l'économie de main-d'œuvre, deux avantages: la surface extérieure, qui est toujours très dure, a plus de solidité et est moins susceptible de se rouiller que quand elle a été entamée par l'outil.

Bien qu'il semble théoriquement impossible, d'après les procédés de forage, que l'ame des bouches à feu puisse être excentrique, il arrive néanmoins qu'on en rebute beaucoup pour cette cause. E. M.

FORCE (*Arts mécaniques*). Nous ne remontons pas à la cause qui produit un mouvement; l'effet seul nous importe: c'est lui qu'on a intérêt de connaître et de mesurer. Ainsi nous devons distinguer deux espèces de forces. Tantôt son action est sans cesse exercée et détruite, comme quand un poids repose sur un plan. L'effet est une simple *pression* du mobile sur l'obstacle; on l'appelle *force morte*. Mais si le mouvement résulte de l'action de la puissance, on lui donne le nom de *force vive*; l'effet consiste à parcourir un espace dans un certain temps. Nous examinerons successivement ces deux états.

I. *Des forces mortes ou forces de pression*. Les poids qui reposent sur des supports fixes, les ressorts qu'on retient bandés, l'action de l'eau sur les parois d'un réservoir, la vapeur coercée, etc. sont des forces aussitôt détruites qu'engendrées. La puissance agit, il est vrai, à chaque moment; mais c'est pour être sans cesse anéantie. Il n'y a qu'une simple tendance au mouvement. Alors *la force est mesurée par le produit de la masse du corps multipliée par la vitesse naissante ou virtuelle*, c'est-à-dire par la vitesse qu'il prendrait au premier moment si l'obstacle était ôté.

Cela résulte de la *loi d'inertie* qui consiste en ce *qu'un corps doit persévérer dans son état de repos ou de mouvement uniforme et rectiligne, s'il n'est forcé de changer cet état par des forces dirigées sur lui*. Ainsi, pour tirer un poids de l'état de repos, il faut développer une action proportionnelle à sa masse et à la vitesse qu'on lui imprime; c'est ce qu'on appelle la *force d'inertie*. On donne le nom de *quantité de mouvement* au produit de la masse par la vitesse, qui mesure la force d'inertie.

Ce n'est pas que le corps résiste au mouvement ; ce n'est au ntraire qu'une absence totale de puissance pour changer son t de repos ; une indifférence absolue pour le repos ou le mou-ment, et ce qu'on lui a donné, il le conserve pour le commu-quer à d'autres corps, s'il les rencontre.

Prenons pour exemple deux corps durs et non élastiques qui nt se choquer en sens contraires et directs : leurs forces se dé-truiront s'ils ont des quantités de mouvement égales, c'est-à-dire les produits de chaque masse par sa vitesse sont égaux. Si ces ux produits ne sont pas égaux, l'équilibre n'a plus lieu, et ui qui a la plus grande quantité de mouvement entraînera utre, conservant, pour animer les deux masses réunies, une antité de mouvement égale à la différence de celles qu'ils aient d'abord. Et quand les mobiles se meuvent dans le même s, les deux masses possèdent, après le choc, une quantité de uvement égale à la somme de celles dont elles étaient d'abord ervues.

insi soient M et M' deux poids, V et V' leurs vitesses en sens traires, l'équilibre a lieu après le choc quand $MV = M'V'$; n, v étant la vitesse dont la masse $M + M'$ reste douée, on $(M+M')\,v = MV - M'V'$. On aurait $(M+M')\,v = MV + M'V'$ s corps couraient dans le même sens. Ces équations font con-tre la vitesse v des corps non élastiques après le choc.

n remarque que les pressions sont comparables entre elles ; i prend-on toujours un poids pour terme de comparaison pre à les mesurer. On dit, par exemple, que le fond d'un vase n d'eau est pressé par un tel poids ; la paroi l'est aussi per-diculairement par une force qu'on assimile à un poids repo-é sur la surface qu'on regarde alors comme horizontale. Eau.) Il en faut dire autant des ressorts (*V.* Dynamomètre, , et en général de toutes les forces mortes.

l en faut aussi dire autant des forces que les différentes sub-nces opposent à la rupture. Nous en traitons aux art. Bois, istance, etc.

I. *Des forces vives*. Ici l'effet de la force se compose de trois ments qu'il est indispensable de prendre en considération dans

la mesure, savoir le *poids* qui est mu, la *hauteur* ou *l'espa*
qu'il a parcouru, et le *temps* employé : chacun de ces élémens
est rapporté à une unité de son espèce. Or il est évident qu'élever
2 kilog. à 1 mètre est absolument la même chose qu'élever
1 kilog. à 2 mètres, dans le même temps; puisque, dans l'un et
l'autre cas, c'est élever deux fois un kilogramme à un mètre. *Le
travail, ou l'effet de la force, est donc le produit du poids par
la hauteur*, chacun de ces élémens étant rapporté à une unité de
leur espèce. La force qui est capable d'élever 20 kilogrammes à
30 mètres doit être considérée comme absolument égale à celle
qui, *dans le même temps*, monterait 10 kilogrammes à 60 mè-
tres, ou 600 kilogrammes à un mètre.

On voit donc que, pour mesurer les forces, ou plutôt l'effet
dont elles sont capables, il faut choisir l'un de ces effets pour
terme de comparaison; nous prendrons pour *unité dynamique*
la force qui est capable d'*élever un kilogramme à un mètre de
hauteur;* c'est ce que nous appellerons une Dynamie. Dans l'exem-
ple cité, notre force valait 600 dynamies, ce qui équivaut à dire
qu'elle était capable d'élever 600 kilogrammes à un mètre en un
temps convenu, ou 10 kilogrammes à 60 mètres, ou 20 kilogram-
mes à 30 mètres, ou, etc.

Ce résultat de l'emploi d'une force, ou le nombre de dyna-
mies qui en mesurent l'effet, est ce que Coulomb appelle la
quantité d'action; Monge le nomme l'*effet dynamique;* Smea-
thon, la *puissance mécanique;* Carnot, le *moment d'activité*.
Toutes ces expressions sont synonymes.

Jusqu'ici nous avons supposé que les forces agissent dans des
temps égaux; s'il n'en est pas ainsi, pour comparer leurs effets
il faut ramener, par le calcul, ces effets à l'unité de temps, qui
sera une heure, ou une minute, ou une seconde, à volonté;
cette réduction se fait par une division numérique. Ainsi, deux
forces ont élevé, l'une 20 kilogrammes à 30 mètres en 4 heures,
l'autre 10 kilogramme à 62 mètres en 5 heures. Pour comparer
ces forces, divisons le produit 20 fois 30, ou 600, par 4, et 10
fois 62, ou 620, par 5; nous verrons que ces puissances ont réel-
lement élevé, l'une 150 kilogrammes, l'autre 124, à un mètre

de hauteur, par chaque heure; et nous reconnaissons que la première est plus grande que la deuxième, ces forces étant entre elles comme 150 à 124; celle-ci n'est qu'à peu près les $\frac{5}{6}$ de l'autre.

Outre l'unité dynamique dont nous venons de parler, on est dans l'usage, pour éviter les grands nombres, de se servir aussi, dans les cas où le moteur est très puissant, d'une unité mille fois plus grande que la première : c'est un poids de *mille kilogrammes* élevés *à un mètre*, ou ce qu'on appelle une *grande dynamie*.

Comme le litre, ou décimètre cube d'eau, pèse juste un kilogramme, que le mètre cube est formé de mille litres, et que l'eau qui tombe ou qu'on élève est d'un emploi très fréquent dans les arts, on dit aussi quelquefois que *la dynamie est le poids d'un litre d'eau élevé à un mètre*, et *la grande dynamie, un mètre cube d'eau portée à la même hauteur*.

D'après cela, soit P le nombre de litres ou de mètres cubes d'eau élevés à M mètres de hauteur par l'action d'une puissance continuée durant h heures, le nombre d'unités dynamiques qui lui sert de mesure, ou le nombre de kilogrammes, ou de milliers de kilogrammes (tonnes) élevés chaque heure à un mètre, est $F = \frac{PM}{h}$. Et il faut concevoir que la force F capable de cet effet, toutes les autres circonstances restant les mêmes, est juste représentée par une autre F′ qui élèverait un poids P′ différent, à une hauteur M′ différente, et dans un autre temps h', pourvu que l'on ait $\frac{P'M'}{h'} = F = \frac{PM}{h} = F'$.

Lorsqu'une force varie d'intensité, pour en obtenir la valeur à une époque désignée, il faudra chercher quel est son effet dans un temps très court, une seconde, par exemple, et faire le calcul exigé par notre fraction F; la force, à cet instant, sera de la sorte rapportée à la même unité que celle qu'on lui veut comparer.

Dès qu'on sait qu'une force est capable d'élever un poids P à

M mètres de hauteur dans l'unité de temps, si son action se continue durant le temps T, c'est-à-dire pendant T unités de temps, la quantité d'action PM obtenue dans chacune sera donc répétée T fois; ainsi, *le produit* P $\times$ M $\times$ T *sera la quantité d'action, ou l'effet dynamique;* c'est-à-dire que la force dans le temps donné T aura produit ce nombre de dynamies = PMT, ou aura élevé à un mètre de hauteur le nombre PMT de kilogrammes, ou fait un travail équivalent.

Ce n'est pas qu'on doive en conclure qu'une force est capable des mêmes unités dynamiques dans toutes les circonstances; celle qui, sans le secours d'aucun appareil, pourrait élever 20 mètres cubes d'eau par heure à un mètre, lorsqu'elle se servira d'une machine, ne sera plus capable d'en élever que 12, ou 10, ou moins encore : le reste est absorbé par les frottemens et résistances; ainsi l'on entend ce que les mécaniciens veulent dire par l'*effet utile* d'une machine. Cette perte est inévitable, et il faut bien concevoir que, loin d'espérer qu'une machine puisse *créer de la force,* elle en absorbe au contraire; en sorte que jamais le nombre d'unités dynamiques obtenues par le secours de cet agent ne peut s'élever jusqu'à celui dont la force est capable par elle-même. (*V.* le mot MOUVEMENT, où ce sujet sera traité, et où nous ferons voir que le *mouvement perpétuel* est impossible à trouver.)

Il ne faudrait pas conclure de ce qu'on vient de dire qu'il convient de ne pas employer de machines, sous prétexte qu'elles détruisent une partie de la force motrice : ces agens ont pour objet de rendre les forces capables de résultats qu'on n'obtiendrait pas sans eux, en donnant aux puissances la direction et le mode d'application convenables. Un homme veut remuer une meule de moulin du poids de deux milliers, et la porter plus loin : en vain il attendrait ce résultat de ses efforts; il faudrait que la pierre fût cassée en morceaux pour qu'il pût la transporter, en se chargeant successivement de ses fragmens. On s'est assuré qu'il peut porter 60 kilogrammes à 14 mille mètres en 12 heures, ou que son travail est l'équivalent du transport de 70000 kilogrammes à un mètre en une heure, et cependant, il ne peut mouvoir à un décimètre de distance une meule de deux milliers. Mais ar-

mez ses bras d'un levier, il soulèvera cette masse, dont il ne portera plus qu'une fraction, par exemple, le dixième; il est vrai qu'il fera parcourir au bout du levier qu'il tient un chemin décuple de celui que décrira le fardeau; mais, avec le temps, il réussira à dresser la meule sur champ, puis à la rouler à quelques pas. Comptez ensuite le temps qu'il y a mis et la distance parcourue, et vous verrez que vous serez loin d'avoir les 70000 dynamies,

De même, s'il faut monter une pierre très lourde du fond d'une carrière, dresser les mâts d'un navire, amener du rivage les fardeaux qu'on y a apportés, etc.; vainement tenterait-on de le faire par la seule puissance de l'homme et des animaux; mais les crics, les grues, les cabestans et autres agens qu'on emploie, en accroissent l'intensité, et les rendent capables d'efforts qui leur seraient impossibles sans ces secours. Il est vrai que l'on paie cet avantage, puisque ces moyens absorbent une partie de la force, c'est-à-dire qu'on ne retrouve pas, dans la quantité d'action effectivement obtenue, toute celle qu'on a été contraint de développer. Chaque homme serait capable d'élever, sans ses secours, 20 kilogrammes à 1 décimètre et demi de haut par chaque seconde; maintenant, il n'en monte plus que 8; le reste est perdu. Mais ce sacrifice est indispensable, parce que, sans cela, la force ne pourrait rien sur la résistance.

On a coutume, en mécanique, de désigner par le nom de *force vive* le produit d'une masse mue par le carré de la vitesse qu'on lui imprime.

En effet, rappelons-nous qu'un corps tombe, en vertu de la gravité, d'espaces qui *sont comme les carrés des vitesses acquises*. (*V.* CHUTES.) On appelle *vitesse due à une hauteur* H, celle V qui est produite par la gravité, lorsqu'un corps tombe librement de cette hauteur H; on a $V^2=2gh$, g étant le nombre $9^{m},81$, ou 30,2 pieds, vitesse acquise après une seconde de chute.

Imaginons que l'homme qui a élevé un fardeau, en un temps quelconque, soit capable de réunir en un seul instant toutes les forces qu'il a dépensées successivement pour produire cet effet; luttant contre la gravité dans les deux cas, il devra élever le far-

deau à la même hauteur. Ainsi, cette hauteur sera la mesure de la quantité d'action PH employée au travail; et puisque *la hauteur* H *croît comme le carré de la vitesse* V, on voit que *la force vive*, ou *le produit d'un poids par le carré de la vitesse qu'on lui imprime, mesure la quantité d'action employée à communiquer cette vitesse au poids.* Mais pour que le théorème soit intelligible et applicable à la mécanique, il ne faut pas oublier qu'il suppose qu'on considère, non pas l'intensité de la force à un instant, mais la somme totale des effets qu'elle a produits dans un temps donné, comme si l'on eût réuni en un seul effort instantané tous les efforts successifs qu'on a produits dans une durée déterminée.

On conçoit maintenant la vérité de ce que disait Montgolfier, quand il affirmait que la *force vive dépensée, en produisant un travail, est ce qu'on a payé pour obtenir ce résultat;* et aussi qu'il faut surtout éviter d'employer dans les machines des actions qui fassent perdre des forces vives, telles que les chocs, les frottemens, etc. La force vive développée dans un travail peut mesurer la puissance totale qui l'a accompli, mais moins commodément que le produit PHT, dont on fait usage en dynamique, parce que la force vive suppose qu'on sache sommer tous les efforts partiels qui ont été faits.

Ces considérations font concevoir que la force qui agit sur une machine, dépense, pour produire un travail, une quantité d'action mesurée par le produit PHT; tandis que la machine, altérant plus ou moins cet effet, ne donne qu'un *effet utile* variable selon les cas. Cet effet utile est aussi mesuré par un produit P'HT, P' étant le poids réellement élevé à la hauteur H durant T unités de temps; car on peut dire de la machine tout ce qu'on a dit du moteur.

Les pressions ne sont point comparables aux forces vives, qui sont d'une toute autre nature; mais elles le sont entre elles, et se servent de mesure les unes aux autres. Ainsi, on conçoit ce que veut dire le mécanicien quand il exprime qu'un ressort est tendu par une force de 1, 2, 3... kilogrammes; il indique que la puis-

sance capable de supporter ce poids éprouverait la même résistance qu'en tendant ce ressort.

Les obstacles que les machines et les causes extérieures opposent aux puissances sont de six espèces : 1° la raideur des cordes et leur poids (ce sujet a été traité à son article, T. II, page 408) ; 2° les FROTTEMENS (*V.* ce mot.) ; 3° la RÉSISTANCE des milieux ; 4° l'obliquité d'action ; il en sera question à la *Composition des forces*, page 399 ; 5° les changemens brusques de vitesse, qui font perdre de la force vive ; 6° enfin, le défaut de solidité des appuis, qui permet aux pièces de remuer dans leurs ajustemens, et dissipe en pure perte une partie de la force, en même temps que la machine éprouve des trépidations destructives. On conçoit qu'il est toujours possible d'éviter cette dernière cause de diminution des forces, en n'employant que des agens de bonne et solide construction.

Nous avons vu que les pressions sont comparables entre elles ; mais comme elles sont infiniment petites à l'égard des forces vives, on ne peut comparer les premières aux deuxièmes, en sorte que ce sont deux ordres de puissances différentes.

III. *Des irrégularités des actions motrices, et du maximum de la quantité d'action.* L'effort que les animaux sont capables d'exercer varie avec une foule de circonstances dont il convient de tenir compte avec soin ; nous en allons énumérer les principaux effets.

Si l'action doit être prolongée, elle devient beaucoup plus faible que si elle ne s'exerce que momentanément : le rapport entre ces deux effets varie selon les cas ; mais on a coutume de supposer qu'*une force continue n'est que le tiers de ce qu'on peut la concevoir, quand elle agit dans une courte durée.* On peut exiger d'un cheval qu'il donne un fort coup de collier, d'un homme qu'il porte un fardeau considérable, ou qu'il coure avec une grande vitesse ; mais s'il doit agir durant une heure, ou plus, il cesse de pouvoir soutenir sa force au même degré. On est conduit, dans certains cas, à employer des relais, de manière que les animaux ne travaillent que par alternations de repos et d'ac-

tions. De là se présente cette question, de savoir quelle doit être la durée de chaque période pour que l'ouvrage produit soit le plus grand possible.

La manière dont la force est appliquée peut aussi changer son énergie. Ce n'est pas la même chose pour un homme de tirer, de pousser, de s'aider du poids de son corps, d'exercer la puissance musculaire de ses jambes, de ses cuisses, de ses bras ou de ses reins. C'est donc ce qu'il faut étudier avec soin par expérience. La fatigue que l'animal éprouve varie encore selon les circonstances, l'âge de l'individu, la saison, etc.

Ainsi la *quantité d'action* qu'engendre un moteur change avec les circonstances. Cette quantité étant le produit d'une pression P par une vitesse V, ou $= PV$, varie avec les deux facteurs, à moins que l'un ne croisse proportionnellement aux diminutions de l'autre; et il est général que l'un augmente quand l'autre diminue.

Qu'un homme agisse sur une manivelle, la plus grande pression qu'il peut exercer a lieu quand la manivelle est en repos; alors $V=0$, et la quantité d'action produite est nulle. A mesure que la vitesse V augmente, l'homme est obligé d'employer une partie de sa force à suivre la barre sur laquelle il agit, et la pression est moindre; on se représente même un terme où la vitesse pourrait être assez grande pour que l'acte de presser fût absolument impossible, et où toute la force serait employée à suivre la rotation d'un point qui fuit sans cesse avec rapidité: dans cet état, la pression P serait encore nulle, aussi bien que la quantité d'action PV. Quel est, entre ces deux états opposés, celui où les valeurs de P et de V sont telles que le produit PV est un maximum? C'est à l'expérience à décider.

Il suit des travaux de Coulomb, Euler, Prony, Schulze, que le maximum de quantité d'action s'obtient quand la vitesse du travail est le tiers de celle dont l'homme ou le cheval est capable lorsqu'il n'exerce aucun effort, et que la pression est les $\frac{4}{9}$ de celle qu'il peut produire quand la vitesse est nulle. Cette force de pression, mesurée par le dynamomètre, varie pour l'homme de 50 à 71 kilogr.; elle va à 140 ou 150 kilogr. en s'aidant des

mains et des reins. Pour le cheval, le tirage au dynamomètre va de 300 à 525 kilogr.. Quant à la plus grande vitesse, elle est de 8 mètres par seconde pour l'homme, et de 15 pour le cheval, quand la pression est nulle. Les nombres cités dans le tableau qui suit sont conformes à cette théorie.

Mais il s'en faut de beaucoup qu'on ait toujours intention de ménager la force, et il y a une foule de circonstances où cette puissance est donnée par la nature avec une générosité qui dispense de songer à cette économie ; les cours d'eaux, l'action du vent, en sont des exemples. Dans d'autres cas, l'objet qu'on regarde comme plus important, est d'obtenir une grande vitesse, ou de surmonter un obstacle puissant, ou de loger une machine dans un petit espace, ou d'obtenir une vitesse uniforme, ou de préférer des machines simples et peu coûteuses, ou, etc. : on s'écarte alors de la règle de maximum dont on vient de parler, pour obtenir d'autres avantages qu'on regarde comme préférables, mais qu'on paie aux dépens de la force. On emploie quatre espèces de forces : la Vapeur, le Vent, les Animaux et l'Eau. Comme les deux premières font le sujet d'articles spéciaux, nous ne nous occuperons ici que des deux derniers.

IV. *Force de l'homme et des animaux*. Lorsque l'homme agit par son poids et par celui dont on peut charger son corps, la pression qu'il exerce est mesurée par ce poids même. S'il agit par sa force musculaire, les résultats sont excessivement variables ; mais la force moyenne de pression peut être évaluée à 130 kilogrammes (265 livres), à peu près le double du poids de l'individu. La pression qu'un homme encore assis exerce avec ses jambes est très vigoureuse ; elle est de 300 kilogrammes et plus, quand l'individu est robuste. La force moyenne du tirage d'un cheval ordinaire est d'environ 360 kilogrammes (736 livres). Venons aux quantités d'actions produites.

D. Bernoulli avait pensé qu'en se renfermant dans les limites de la force naturelle des animaux, on pouvait varier à volonté l'effort, la vitesse et la durée de leur action, et qu'ils en ressentaient la même fatigue pour une même quantité d'action produite : qu'un homme, par exemple, quelle que fût l'espèce de

travail auquel il serait livré, serait également fatigué, si le produit qui mesure l'ouvrage fait, ou plutôt la quantité d'action développée, était le même. Bernoulli estimait qu'*un homme peut, par seconde, élever 20 livres à 3 pieds ; ce qui revient à 9,55 kilogrammes à un mètre*, ou, selon notre langage, 9,55 *dynamies, ou unités dynamiques, chaque seconde*. En 8 heures, il produit donc 275000 unités, ou élève 275 mèt. cubes d'eau à un mètre de hauteur; et, selon ce savant, toute espèce de travail auquel un homme s'applique devrait produire un résultat équivalent au précédent (déduction faite des pertes occasionnées par les machines).

Mais les recherches de Coulomb ont montré que les choses étaient loin de se passer ainsi : selon la nature du travail auquel la force de l'homme est employée, la quantité d'action développée varie considérablement. Ce savant a démontré que lorsqu'il s'agit de monter en haut d'un escalier, sans autre charge que le poids de son corps, un ouvrier ne produit en un jour que 280000 *dynamies*, tandis que le même homme n'en donne que 71000 lorsqu'il élève des poids au moyen d'une corde passée sur une poulie. Les résultats varient aussi avec les individus et les causes locales. M. Navier a cru devoir donner aux appréciations de la force de l'homme et des animaux les valeurs que nous allons faire connaître. Les nombres ne sont ici que des termes moyens qui peuvent varier, selon les circonstances, d'un quart et même d'un tiers, tant en plus qu'en moins.

Dans ce qui suit, il faut, par le mot *dynamie*, entendre le poids d'un litre d'eau, ou un kilogramme élevé à un mètre, et par *une grande dynamie*, le poids d'un mètre cube d'eau, ou mille kilogrammes montés à la même hauteur.

1°. *Transport horizontal des poids*. (*V*. FARDEAUX.)

Un homme, sans autre charge que celle du poids de son corps, évalué à 65 kilogrammes, marche, sur un chemin horizontal, avec la vitesse d'un mètre et demi par seconde, et parcourt 40 à 50 kilomètres par jour. En portant à 10 heures le temps de sa

che diurne, on trouve qu'il produit ainsi 2340 grandes dynamies.

n se promenant en plaine, la vitesse n'est que de 13 à 16 décimètres : les militaires estiment que le pas d'infanterie est de 8; as accéléré, de 11; le pas de course, de 21 décimètres par sele; la longueur, dans tous les cas, est de 2 mètres pour 3 pas. soldat en marche porte un poids d'environ 18 à 19 kilogrammes en temps de paix, et 25 à 26 en temps de guerre, et ne les grenadiers portent 20 kilogrammes dans le premier et 27 dans le deuxième.

ans les courses du Champ-de-Mars, M. Bouvard a remarqué la vitesse des coureurs, dans leurs assauts, allait jusqu'à par seconde.

n manœuvre qui transporte une charge sur son dos, puis re-t à vide pour prendre une nouvelle charge, porte 65 kilogrammes avec 5 décimètres de vitesse par seconde, ce qui fait grandes dynamies par heure. Il peut supporter ce travail du-6 heures par jour, ce qui produit 702 mètres cubes d'eau és à 1 mètre.

n voyageur, chargé sur son dos, porte 40 kilogrammes 7 décimètres et demi de vitesse; il produit 108 grandes amies par heure; et durant 7 heures de travail diurne, il en uit 756.

n manœuvre transportant des matériaux sur un camion à roues, et revenant à vide prendre une nouvelle charge, e 100 kilogrammes avec une vitesse de 5 décimètres par sede; ce qui fait par heure 180 grandes dynamies. Chaque , il peut supporter ce travail durant 10 heures, ce qui fait uivalent de 1800 mètres cubes d'eau élevés à un mètre de teur.

il se sert d'une brouette, et qu'il revienne à vide, il ne porte 60 kilogrammes avec la même vitesse, et ne produit que grandes dynamies en 10 heures par jour.

n regarde le *cheval* comme ayant une force 7 fois plus grande celle de l'homme; mais les circonstances où l'emploie cet

animal influent beaucoup sur les résultats. Voici ce que l' rience démontre :

La plus grande vitesse du cheval, pour une course de minutes, est de 12 à 15 mètres par seconde. Le pas ordinai la cavalerie est de 8 $\frac{1}{3}$ décimètres avec la vitesse de $1^{m}\frac{1}{3}$; au le pas est de 11 décimètres, parcourant $3^{m},3$ par seconde; a lop, le cheval parcourt $3^{m},2$ à chaque saut, avec la vitess $5^{m},3$ par seconde. Le poids du cavalier et de sa charge e 80 kilogrammes. Le cheval peut parcourir chaque jour 40 mètres en 7 à 8 heures. Le poids de l'animal est de 225 à 25 logrammes.

Un cheval chargé sur son dos, et allant au pas, porte 12 logrammes avec 11 décimètres de vitesse par seconde, ce fait 475 grandes dynamies par heure. Il peut aller 10 heure jour, en tout l'équivalent de 4752 mètres cubes d'eau éle un mètre.

Si l'animal va au trot, il ne porte plus que 80 kilogrammes $2^{m},2$ de vitesse durant 7 heures; ce qui fait 634 grandes d mies par heure, 4435 par jour.

Un cheval transportant des fardeaux sur une charrette, et chant au pas, continuellement chargé, transporte 700 grammes (1), avec 11 décimètres de vitesse par seconde, c fait 2772 grandes dynamies par heure, et 27720 par un tr diurne de 10 heures. S'il revient à vide chercher une a charge, il tire 700 kilogrammes avec 6 décimètres de vi

---

(1) M. Hachette dit qu'on calcule la charge des charrettes, dans les prises de roulage, à raison de 700 à 750 kilogrammes par cheval, compris le poids de la voiture. Le tirage d'un bon cheval est d'enviro kilogrammes : il parcourt 38 à 40 kilomètres par jour, en 8 à 9 heures, bon chemin horizontal. Les chevaux des diligences ou de la poste fo trot, 8 kilomètres à l'heure, et parcourent 34 à 38 kilomètres par jour, un tirage d'environ 90 kilogrammes. Dans le premier cas, l'effet dyn diurne est de 3600; dans le deuxième, il est de 3420 grandes dynamies; est 1,6 fois l'autre.

ndant 10 heures; ce qui produit 15120 grandes unités dynaiques par jour. (*V.* CHEVAL, T. II, p. 300.)

Un cheval attelé à une voisure et trottant avec sa charge, ansporte 350 kilogrammes avec 2m,2 de vitesse par seconde, ce ui fait 2772 grandes dynamies; mais l'animal ne peut supporr cette fatigue que durant 4 heures et demie par jour, ce qui e fait que l'équivalent de 12474 mètres cubes d'eau élevés à a mètre.

Dans l'action de *tirage des bateaux*, voici les résultats qu'on btient ordinairement. Un seul homme, selon M. Perronnet (T. II, p. 46 de ses œuvres), tire un bateau chargé de cent milers sur le canal de Loing, et en 10 jours il parcourt 110 kilomètres. Si l'on évalue à 10 kilogrammes la force du tirage développée, ce travail produit 110 grandes dynamies par jour.

Un cheval tire seul un bateau chargé de 300 milliers, et parcourt 8 kilomètres par jour. Si l'on suppose le tirage de 100 kilogrammes, le travail diurne est de 800 grandes dynamies. Ainsi les forces développées par l'homme et le cheval sont entre elles comme 110 est à 800; à fort peu près, celui-ci est 7 fois l'autre. Cependant on trouve que les effets utiles ne sont guère par jour que comme 11 est à 24, ou 1 à 2,2, selon M. Hachette.

2°. *Élévation verticale des fardeaux.*

Un homme montant une rampe douce, ou un escalier, sans utre charge que le poids de son corps, évalué à 65 kilogrammes, 15 centimètres de vitesse verticale par seconde, ce qui fait 35100 ynamies par heure : ce travail, soutenu durant 8 heures par jour, roduit 281 grandes dynamies.

Dans le battage des pilotis, à l'aide d'un mouton, on donne enron 20 coups par minute; le travail est de 3 à 4 minutes, qu'on it suivre d'un repos d'égale durée : la journée n'est que de heures, dont 3 sont employées au repos. Chaque homme soulève n poids de 19 kilogrammes environ à 11 décimètres de hauteur. 'effet dynamique revient à élever 77 mètres cubes d'eau à 1 ètre par jour. D'autres expériences ont donné des résultats encore plus faibles que le précédent.

Un manœuvre élevant des poids à l'aide d'une corde p[assant] sur une poulie, et qui laisse redescendre la corde à vide, élève 18 kilogr. à 2 décimètres par seconde, ce qui f[ait] 12960 dynamies par heure, et, en un travail de 6 heures, p[ro]duit 77760 kilogr. élevés à 1 mètre.

Et, s'il élève les fardeaux à la main, il porte 20 kilogr., et peut encore travailler 6 heures par jour; il élève les fardeaux [à] 17 centimètres de vitesse par seconde, ce qui produit plus [de] 73440 dynamies.

Un manœuvre qui, chargé sur le dos, monte des poids sur une rampe douce ou un escalier, peut porter 65 kilogr. avec 4 centimètres de vitesse verticale par seconde, ce qui fait 9360 dynamies par heure, et 56160 par jour, pour un travail de 6 heures.

Il faut remarquer que le plus grand de tous ces résultats [est] celui qu'on obtient quand l'homme ou le cheval monte sans porter d'autre poids que celui de son propre corps. C'est ainsi qu'un ouvrier qui monte du bois ou de la houille, à l'aide d'une échelle, ne porte, outre son poids, que 53 kilogrammes au plus, et ne produit guère que 112 à 130 grandes dynamies par jour (en y comprenant son propre poids de 56 kilogrammes), au lieu de 281 qu'il obtiendrait en montant à vide. Il y aurait donc de l'avantage à laisser monter les ouvriers sans charge, et à les faire ensuite descendre dans un panier, qui enlèverait, à l'aide d'une corde et d'une poulie, un poids égal au leur. L'effet utile serait rendu quadruple.

Le cheval qui élève en un jour son seul poids de 250 kilogrammes environ, à 20 kilomètres, enlèverait de même un poids égal au sien, à la même hauteur, et produirait 5000 grandes dynamies; effet six fois plus grand que si l'on chargeait l'animal, ou s'il tirait des fardeaux. (V. Cheval.)

Du reste, on devrait s'opposer à l'accélération de la chute.

3°. *Action sur les machines.*

Un manœuvre agissant sur une roue à cheville ou à tambour, au niveau de l'axe de la roue, porte 60 kilogrammes, avec 15 centimètres de vitesse par seconde; et s'il agit par son seul poids

le bas de la roue, il ne porte plus que 12 kilogrammes avec écimètres de vitesse. Dans le premier cas, il produit 32400 amies par heure, et 30240 dans le deuxième; ce qui fait, pour travail diurne de huit heures, environ 259 ou 242 grandes dynies.

n homme qui marche, en tirant ou poussant dans une direc- horizontale, transporte 12 kilogrammes avec six décimètres vitesse par seconde, ce qui produit 25920 dynamies par heure; ant huit heures de travail diurne, on trouve que l'effet utile d'environ 207 grandes dynamies.

Et s'il agit sur une manivelle, il ne porte plus que huit kilommes avec 75 centimètres de vitesse, ce qui donne 21600 dynies : un travail de huit heures par jour donne la quantité ction d'environ 173 grandes dynamies; c'est-à-dire que le tra- de l'ouvrier revient à élever en un jour 173 mètres cubes u à 1 mètre par jour.

Un rameur peut, selon D. Bernoulli, fournir 275 grandes dynies par un travail diurne de 8 heures.

D'après M. Hachette, un homme qui tire de l'eau d'un puits moyen d'une corde n'obtient pour quantité d'action de son vail diurne que 71 grandes dynamies; on a 116 quand il est pliqué à la manivelle d'un treuil; et 110 seulement, lorsqu'il avec une bricole.

Un cheval attelé à un manège, et allant au pas, monte 45 kigrammes, avec 9 décimètres de vitesse par seconde, ce qui fait 5800 dynamies par heure; un travail diurne de 8 heures proit donc, pour quantité d'action, environ 1166 grandes dynaes. Un cheval qui tire de l'eau à l'aide d'un manège peut nc élever 1166 mètres cubes d'eau par jour, à 1 mètre de hauur.

Et si l'animal court au trot, il ne monte plus que 30 kiloammes, avec 2 mètres de vitesse durant 4 heures et demie par ur, ce qui produit 972 grandes dynamies.

M. Hachette cite diverses expériences de manége, desquelles il sulte qu'il n'a observé que les quantités diurnes d'actions suiantes : savoir, 585, 842, 595, 675 et 1560 grandes dynamies;

en excluant ce dernier nombre, donné pour douteux par l'a
on ne trouverait que 6-,4 grandes dynamies pour terme n
ce sont ici des *effets utiles*.

Les constructeurs de machines à vapeur indiquent l
d'un de ces appareils en la comparant à celle d'un vigoure
val, qu'ils supposent perpétuellement attelé. Cet être hyp
que n'est donné que comme un moyen d'estimer la for
la machine est capable : en ce sens, un cheval de machin
peur est censé capable de 250 grandes dynamies par heu
6000 mètres cubes d'eau élevés à 1 mètre par un travai
heures. (*V*. CHEVAL.)

On emploie encore aux travaux divers autres animau
que les bœufs, mulets, ânes. On regarde communémen
comme ayant une force double de la nôtre, le bœuf comm
avec la même force que le cheval, etc. Mais c'est le trava
ou l'effet dynamique, après un temps donné, qu'il imp
connaître : tels sont les résultats qui sont consignés dan
bleau qui précède pour l'homme et le cheval; le bœuf e
propre au trait, le chameau, le mulet et l'âne à porter d
deaux, etc.....; et quoi qu'on regarde le bœuf comme cap
tirer avec une force presque égale à celle du cheval, co
est beaucoup plus lent, l'effet dynamique qu'on en obtient
que 3 bœufs n'équivalent qu'à 5 chevaux.

V. *Force de l'eau*. Lorsqu'on a une chute d'eau, et qu'o
trouver l'action qu'elle peut produire, on évalue en mètre
le volume d'eau débitée chaque seconde par la source ou le
voir (*V*. ECOULEMENT); et la hauteur moyenne de la chute e
tres, c'est-à-dire l'élévation du bief supérieur au dessus d
férieur, en ne comptant le niveau que du milieu de l'ori
sortie du liquide. On multiplie ces deux quantités, et on
produit le nombre de mètres cubes d'eau ou de mille kilog
la force du cours d'eau peut élever à 1 mètre par seconde
nombre de grandes dynamies de cette force.

Pour exprimer cette action en chevaux de vapeur, on év
le volume d'eau en litres; on multipliera par la chute mo
et on divisera par 75. Cela est fondé sur ce que le cheval

d'une verge rigide AB (fig. 11); *leur résultante* R *est égale à la somme des composantes, leur est parallèle, et agit en un point* C *de la ligne* AB, *qui partage cette ligne en parties réciproquement proportionnelles aux forces*, savoir Q : P :: AC : CB : d'où $Q \times CB = P \times AC$.

Ainsi, pour produire l'équilibre entre les deux forces parallèles P et Q, on déterminera le point C qui satisfait à cette condition; et en ce point C, on mettra un appui fixe, ou bien on y appliquera une force R′ opposée, parallèle aux composantes P et Q, et égale à leur somme.

Et puisqu'on peut considérer la force Q comme produisant l'équilibre entre les forces parallèles et opposées P et R′, Q est égale et contraire à leur résultante. Ainsi cette résultante est la différence des composantes P et R′, leur est parallèle, et agit en un point B que détermine l'équation ci-dessus.

VII. *Force centrifuge*. Supposons qu'un mobile M (fig. 12) soit attaché à l'extrémité d'un fil fixé en S, et qu'on lui communique une impulsion qu'il l'oblige à décrire la circonférence MACEF. En prolongeant la direction MA du mouvement, on a la tangente AB au cercle. Or le mobile devrait arriver en B, s'il était libre; et puisqu'il vient en effet en C, si l'on trace le parallélogramme BP, dont AC est la diagonale, le corps décrit AC comme s'il était poussé par deux forces représentées par AB et AP; la première est l'impulsion qui est réellement communiquée au corps A; donc AP mesure la tension du fil. Le mouvement effectif AC résulte de l'action simultanée des deux forces AB, AP; l'une qui est la vitesse du mobile en A, l'autre qui ramène sans cesse dans le cercle le corps qui tend toujours à s'en échapper; AP est l'effort réel qu'il faut développer pour le retenir, ou celui qu'il fait pour s'écarter du centre S; c'est ce qu'on nomme *la force centrifuge*.

Répétons le même raisonnement en C: on trouve que la force centrale est QC = AP. Ainsi le mobile conserve la même vitesse dans tous les lieux de la circonférence, parcourt des arcs égaux dans le même temps, et a toujours la même force centrifuge.

On sait, par la géométrie, que $AC^2 = 2AS \times AP$,

$$\text{d'où } 2AP = \frac{AC^2}{AS} = \frac{(Vitesse)^2}{Rayon} = \textit{Force centrifuge}.$$

Tout corps qui tourne, développe, en chacun de ses points, par le seul fait de sa rotation, une force qui, dirigée selon les divers rayons, tend à disperser ses molécules; et si l'adhérence était subitement détruite, on verrait toutes ses parties se projeter en divergeant, selon la tangente, au cercle qu'elle décrit; cette tangente serait la route que doit suivre cette particule rendue à l'état de liberté; et la vitesse serait celle des points de cette circonférence, et croîtrait avec les rayons. La force centrifuge n'est pas une puissance étrangère au système, et qui se joint à celles dont l'action meut le corps; c'est seulement un effet qui est la conséquence de ce que le mouvement n'est pas libre et rectiligne, et est d'ailleurs détruit par l'axe autour duquel le corps tourne. Fr.

FORCES. Ce sont des espèces de ciseaux dont les deux branches tranchantes ne se meuvent pas sur un pivot ou sur une vis, comme dans les ciseaux ordinaires; mais ces branches sont unies entre elles par une portion de cercle qui fait ressort. Les forces servent à tondre les draps. (*V.* Tondeuse.) Fr.

FORÊTS. Plusieurs des considérations qui se rapportent aux forêts ont été exposées à l'art. Bois. Nous ne traiterons ici que de l'estimation du prix des bois sur pied. Le tableau suivant, donné par M. Deperthuis, apprend ce que l'expérience a fait connaître sur le produit d'un arpent de *bois taillis* destiné au chauffage. Ce tableau suppose que le taillis est bien garni, et tel que le présente la meilleure conservation; en sorte que, quand les choses sont dans un autre état, il faut réduire les nombres dans un rapport dépendant de l'étendue des vides; ce qu'on reconnaît bientôt après avoir parcouru la forêt.

Dans ce tableau, on entend par les mots *cordes* et *arpens* les mesures usitées dans les eaux et forêts, savoir : la corde de 3,82 stères ou mètres cubes; et l'arpent de 100 perches carrées de

22 pieds, valant 51 ares. Les nombres qui sont consignés dans le tableau expriment la totalité des produits d'un arpent ; car on y a tenu compte du charbonnage et des bourrées, en évaluant à 4 stères et demi de charbonnage, ou 130 bourrées, pour 1 stère de bois de chauffage. On y voit, par exemple, que l'arpent de bois taillis de 20 ans produit en bois de chauffage, ou 3 trois quarts, ou 9 trois quarts, ou 15, des cordes dont on vient de parler ; ce qui revient à 18, ou 46,6, ou 71 stères, selon la qualité mauvaise, moyenne ou excellente du sol qui nourrit le bois ; ces volumes représentent l'ensemble de tous les produits de toute espèce de bois, estimés en argent.

TABLE *du produit d'un arpent de bois taillis selon l'âge et la nature du terrain.*

AGE de la coupe.	SOL MAUVAIS.		SOL MÉDIOCRE.		SOL EXCELLENT.	
	STÈRES.	CORDES.	STÈRES.	CORDES.	STÈRES.	CORDES.
10 ans.	9 1/2	2	16 1/2	3 1/2	21 1/2	4 1/2
15	12	2 1/2	27 1/2	5 3/4	43	9
20	18	3 3/4	46 1/2	9 3/4	71	15
25	25	5 1/4	63	13 1/4	100	21
30	31	6 1/2	80	16 3/4	129	27
35	33 1/2	7	100	21	167	35
40	33 1/2	7	118	24 1/2	200	42
50	28 1/2	6	148	31	267	56
60	24	5	180	37 1/2	334	70
70	14	3	198	41 1/2	382	80
80	9 1/2	2	220	46	430	90
90	4 1/2	1	229	48 1/2	456	96
100	»	»	243	51	487	102

Voici un exemple de ce genre de calculs :

La coupe d'une vente de 4,37 hectares de bois de 20 ans, dans un sol de qualité moyenne, est aux enchères ; les clarières sont

d'environ un huitième ; on demande le prix de la vente. 1° Déduction d'un 8e, les 4,37 hectares n'en valent que 3,82, ou 749 arpens, à raison de 51 ares par arpent des eaux et forêts ; 2° le tableau indique que l'arpent de bois de 20 ans produit 46 ½ stères dans le sol proposé, ce qui donne 348 stères pour l'équivalent de la coupe ; 3° si le prix du stère, dans le lieu de l'exploitation, est porté à 10 francs, l'enchère ne devra pas être élevée au dessus de 3480 fr.

Il faut une bien grande expérience pour estimer avec précision le produit d'un taillis sur pied ; mais la table qui précède pourra, approximativement, suppléer à ce genre de connaissance. Au dessous de 10 ans, les taillis ne produisent pas ce qu'on appelle du *bois de moule* ni de *corde;* le premier doit avoir au moins 17 à 18 pouces, et le second au moins 6 pouces de circonférence au petit bout de la bûche. Les bois de 15 ans en produisent très peu.

Tant que le bois ne passe pas 27 ans, il est appelé *taillis;* on le nomme *bois de jeune futaie* tant qu'il n'a pas atteint la moitié ou les deux tiers de sa grandeur.

Lorsqu'on veut élever le sol en futaie, il faut, avant que les pieds aient 3 ans, *jardiner*, c'est-à-dire ne laisser qu'une seule tige à chaque pied, espacer les arbres d'environ 2 mètres, les élaguer avec soin. De 30 à 40 ans, le bois est dit *haut taillis*; de 40 à 60, *demi-futaie*, *futaie sur taillis*; ensuite il est *haute futaie* jusqu'à 120 ans, et *vieille futaie* au delà ; le bois *sur le retour* est celui qui dépérit.

L'estimation de la valeur d'une futaie n'est pas difficile à faire, parce que c'est surtout la quantité de *pièces de charpente* qu'on en peut tirer qui la détermine. Pour estimer le prix d'un arbre, on en mesure la circonférence à 6 pieds de terre, pour en déduire l'équarrissage ; c'est ordinairement le cinquième du contour qu'on prend pour représenter l'épaisseur de la solive. On mesure la hauteur de la *pile*, c'est-à-dire de la portion d'arbre susceptible d'être convertie en charpente, et on a les trois dimensions de la solive d'où résulte le cube (*V.* Bois), et par suite le prix.

Quant à la manière de mesurer le contour et la hauteur de la pile, voici le procédé suivi par les marchands de bois. Ils entourent

le tronc, à 6 pieds de terre, par un ruban, afin d'avoir la circonférence; pour tenir compte des déchets dus à la présence de l'écorce et de l'aubier, ils retranchent le quart, c'est-à-dire que les trois quarts du contour représentent le bon bois; et même le ruban porte ses divisions métriques espacées, selon cette règle, des trois quarts; en sorte que 4 pieds n'y sont comptés que pour 3. On lit ainsi sur le ruban la circonférence de l'arbre réduit à son bon bois. Pour la hauteur, on tient à la main et à la hauteur de l'œil un triangle rectangle isoscèle : c'est une sorte d'ÉQUERRE dont un côté est horizontal et l'autre vertical; puis on aligne selon l'hypoténuse le haut de la pile, en se reculant de l'arbre à une distance convenable, pour que le sommet se trouve sur cet alignement, qui est incliné à 45 degrés sur l'horizon. On mesure alors la distance de l'arbre; par la propriété du triangle isoscèle rectangle, cette distance est la hauteur de la pile comptée depuis celle de l'œil; ainsi en ajoutant 4 pieds et demi environ, on a la hauteur. Ces dimensions connues, il reste à évaluer une solive, ce qu'on fait en *multipliant la hauteur par le carré du cinquième de la circonférence;* ce cinquième est marqué sur le ruban.

Ces évaluations sont assez grossières, parce qu'elles supposent que le triangle isoscèle est tenu en bonne position, et que le sol est horizontal; d'ailleurs ici, l'arbre, qui est réellement un cône, est évalué comme un cylindre, dont l'épaisseur est prise à 6 pieds de terre. Mais les marchands s'en contentent.

Il faut ensuite tenir compte des branches capables de produire du bois de corde ou des fagots, ce que l'expérience apprend. Chaque arbre de la vente doit être évalué de la sorte; mais on se contente de ranger les individus par classes, qu'on nombre et estime à part. La somme donne le prix total. FR.

FORETS. Les instrumens avec lesquels on perce les métaux, la pierre, le bois, etc., sont de forme et de dimension différentes, et doivent avoir le bout qui travaille fait du meilleur acier. On y emploie ordinairement les vieilles limes.

Les forets destinés à percer un premier trou, par un mouvement de rotation alternatif, tel que celui qu'on imprime avec un archet, ont leurs bouts aplatis et taillés en grain d'orge, avec deux

biseaux qu'on fait sur la meule après les avoir trempés. La pointe doit correspondre exactement au centre, sans quoi le trou qu'on perce n'est pas rond. Si un foret a pour objet d'agrandir un trou, son tranchant est précédé d'un goujon du calibre du premier trou. On les appelle *forets* ou *mèches à goujon*. Il en faut plusieurs assortimens des uns et des autres dans un atelier. Le bout opposé à celui qui perce est façonné en pivot, en carré, etc.

Les tranchans des forets qui percent en tournant toujours dans le même sens, sont également à pointes angulaires plus ou moins obtuses, mais ils sont à biseau simple. On se sert ordinairement d'huile pour forer le fer et l'acier. Il y a de l'économie à employer de l'eau dans laquelle on a fait dissoudre un peu de savon. La fonte de fer, le cuivre, le bronze, la pierre, etc., se percent à sec; il faut seulement avoir soin de ne pas trop précipiter le mouvement, afin de ne pas détremper l'outil. La vitesse d'un homme tournant un vilebrequin, environ 36 à 40 tours par minute, paraît convenable pour le forage des petits trous jusqu'au diamètre de 10 à 12 lignes. Pour les trous plus grands, il faut ralentir de moitié et plus. E. M.

FORGES. On distingue deux espèces de forges, savoir: 1° les *grosses forges*, où l'on fabrique le fer et l'acier en barres de tout échantillon, au moyen de martinets ou de laminoirs; 2° les *petites forges*, où l'on façonne à bras d'hommes les innombrables pièces de fer ou d'acier dont on a besoin dans les diverses branches de l'économie industrielle.

Grosses forges. Ces usines sont ordinairement placées dans le même local, ou à proximité des hauts-fourneaux qui fournissent la fonte en gueuse dont on fabrique le fer. C'est le même courant d'eau ou tout autre moteur qui fait agir la soufflerie, les gros ou petits marteaux, les laminoirs, les cylindres forgeurs, ou autres machines dont ces vastes ateliers doivent être pourvus. On estime que la force du moteur, surtout s'il met en action des cylindres forgeurs, ne doit pas être inférieure à celle de 60 chevaux. Le combustible, charbon de bois ou de terre, dont la consommation est considérable, doit être à proximité et d'un facile transport.

En raison de l'énorme quantité de combustible que les grosses forges consomment, personne ne peut en établir qu'avec l'autori-

sation du gouvernement, qui a le droit de juger si les ressources d'un pays le permettent, sans nuire aux autres branches d'industrie déja formées, et aux besoins domestiques. De tous les perfectionnemens apportés aux procédés mécaniques de forger le fer en barres, le plus important est celui de l'affinage, dans les fourneaux à réverbère, par le moyen de la houille réduite en charbon (*coke*), et l'étirage de la loupe aux cylindres cannelés, procédés qu'on connaît depuis trente ans sous la dénomination de *forges à l'anglaise*. (*V*. Fer, Soufflets, Laminoirs, etc.)

Ces cylindres sont disposés l'un sur l'autre, comme ceux des laminoirs ordinaires. Ils sont maintenus sur un banc et dans de très fortes cages de fonte, par des collets garnis de cuivre et par des vis de pression. Ils sont assujettis à tourner en sens inverse par des pignons montés sur leurs axes prolongés, et qui s'engrènent réciproquement. C'est par l'axe du cylindre inférieur que le moteur leur apporte le mouvement. Leur diamètre est d'environ 33 centimètres, et leur longueur d'un mètre : on les fait mouvoir avec une vitesse de 50 à 60 tours par minute.

Quand les surfaces des cylindres sont creusées en angle, leur réunion, ou plutôt la section faite par leurs axes, donne un carré. On s'en sert pour faire les barres carrées, en les passant successivement de la plus grande aux plus petites cannelures, et s'arrêtant à celle où la barre se trouve de longueur et d'échantillon. Le *cingleur*, c'est-à dire le chef de ce travail, n'a d'autre soin à prendre que de laisser chauffer au rouge-blanc la *masse* ou *loupe*, dont la forme déja cylindrique peut s'engager dans la première gorge des cylindres forgeurs. Il l'y présente, et, dans un instant, elle passe de l'autre côté, où l'un des deux manœuvres qui s'y trouvent la saisit avec des tenailles, tandis que l'autre, à l'aide d'un levier du premier genre, suspendu à une chaîne, la soulevant par-dessus le cylindre supérieur, la rend au cingleur. Celui-ci la prend et la fait passer de suite dans la seconde gorge, ainsi de suite, faisant faire à chaque changement de gorge un quart de tour à la barre de fer, pour que ses angles viennent successivement se former dans le fond des cannelures. La barre, parvenue à l'échantillon qu'on veut lui donner en une seule chaude, étant encore très

rouge quaud elle est terminée, est entraînée, par des enfans, sur une plaque de fonte à rebord, où ils la dressent à coups de maillo-ches, et l'écartent pour la laisser refroidir.

La paire de cylindres peut avoir ses cannelures disposées pour faire les barres mi-plates. On a d'autres cylindres à gorges rondes pour forger les tringles. Le travail est le même que pour la première paire.

Les gorges des cylindres sont faites au tour, et doivent, dans la même paire, se correspondre et être parfaitement symétriques. Il faut de plus que les cercles annulaires qui font fonction de laminoir aient le même diamètre, parce que les cylindres ayant la même vitesse, il en résulterait un frottement nuisible à l'effet de la machine, si les diamètres étaient différens.

Pendant tout le travail, on laisse couler un filet d'eau, non seulement sur les cannelures où se forge le fer, mais encore sur les tourillons ou collets des cylindres, pour empêcher l'échauffement.

On a déja, dans quelques établissemens, adopté le système des trois rouleaux l'un sur l'autre. Le travail en est plus prompt, parce qu'on ne perd point de temps pour ramener à chaque fois la barre du côté du cingleur. On l'étire en allant et en venant, d'abord entre le cylindre inférieur et celui du milieu, et ensuite entre celui-ci et le supérieur.

On fait aussi des cannelures de cylindres à moulures excentriques, pour tirer des baguettes plus fortes dans des endroits que dans d'autres, et cela régulièrement.

D'un autre côté, il paraît que le fer forgé de cette manière se rouille plus promptement, et a moins de consistance que celui qu'on fabrique au martinet ordinaire. Des expériences comparatives ont fait connaître que du fer fabriqué au marteau supporte, sans se rompre, un poids de 35 kilogrammes par chaque millimètre superficiel, tandis que le fer roulé n'en supporterait que 30 kilogrammes. Il serait imprudent de construire une chaîne de grue, ou toute autre qui a un grand effort à supporter, avec ce dernier fer.

Forgeage au marteau. Le massé ou la loupe est chauffée de

ıême manière; elle est étirée d'abord sous le gros marteau mu les cames d'un arbre tournant (*V.* MARTINET.)

orges à la catalane. Ce sont celles où, n'ayant pas de haut-neau pour fondre le minerai, on le fond par petites mises s le creuset même de la forge (*V.* FER).

etites forges à bras d'hommes. Il en existe de bien des espèces, s que les forges de serruriers, de mécaniciens, de cloutiers, maréchaux, les forges portatives, etc. Toutes ont des dispo-ons particulières et spéciales à leur objet, mais toutes ont ce t de ressemblance, en ce qu'elles sont formées principalement ı soufflet, d'une tuyère placée horizontalement, d'un foyer, ı contre-feu, d'un hotte et d'une cheminée. Les foyers des es où l'on fabrique des enclumes, des étaux, des essieux et au-grosses pièces de mécanique, sont percés d'un *chio*, comme oyers des forges à la catalane, afin de faire évacuer le laitier déranger le feu. Ce foyer doit être tel que le vent de la tuyère e immédiatement au dessous de la barre de fer qu'on chauffe.

E. M.

ORTE-PIANO (*Arts mécaniques*). Instrument de musique ı usage très répandu, qui est composé d'une série de cordes alliques parallèles, dont la longueur, la grosseur et la tension tellement combinées, que chacune rend un son particulier qu'elle est frappée par un petit marteau : ce choc est imprimé un mécanisme que met en jeu le mouvement des doigts, lors-n les pose sur diverses pièces nommées *touches*, lesquelles sont gées devant le musicien dans un ordre qu'il connaît : ce sys-e de touches prend le nom de *clavier*; et, selon que l'on atta-ensemble ou successivement ces pièces, les marteaux vont per les cordes de manière à produire des accords ou un chant rminés. Les deux mains de l'exécutant sont occupées à la fois ucher le clavier; la gauche frappe ordinairement les sons gra-qui servent d'accompagnement aux sons aigus que produit la te. Le morceau de musique est écrit sur deux lignes, dont cha-e est jouée par la main à laquelle elle est destinée. L'exécu-doit lire à la fois ces deux lignes, et en rendre l'effet musical, me feraient deux personnes qui joueraient ensemble de deux

instrumens. Les mesures et les durées de même valeur se c respondent verticalement, pour que l'œil puisse les suivre l' l'autre.

Chaque son est rendu à la fois par 2 ou par 3 cordes tend l'unisson, que le marteau frappe et fait vibrer ensemble : dans fortés à 6 *octaves et demie et à* 3 *cordes*, il y a 80 fois 3 cordes ou 240 cordes, tendues parallèlement dans la caisse au de d'une planche de sapin, qu'on appelle *table d'harmonie*, desti transmettre les vibrations; ces cordes ont d'ailleurs la tension, longueur et l'épaisseur nécessaires. La caisse est rectangulaire montée sur quatre pieds; et quand elle est fermée par la pla qui la recouvre, elle présente l'image d'une table ordinaire, 10 pouces d'épaisseur; on la plaque en acajou, ce qui compo beau meuble de salon.

La devanture de la caisse est brisée à charnière, de man pouvoir ouvrir ou fermer le *clavier*, qui est placé de la sorte face antérieure et à la hauteur des coudes d'un homme ass planche qui sert de couvercle peut même être soulevée en p incliné, comme un pupitre, en tournant sur des charnières p cées au bord postérieur; on le soutient sur des baguettes d sées en arc-boutant; on élève à volonté ce plan, ou même l'ôte tout-à-fait, soit lorsqu'on veut mettre l'instrument d'ac soit pour laisser mieux sortir les sons, quand on joue dans salle un peu vaste.

Nous avons représenté (fig. 13, pl. 14) l'un AB de ces le c'est une règle qu'on fait en sapin bien sec, pour qu'elle ne jette pas. La *touche* A est visible sur le clavier; elle est re d'une lame d'ivoire ou d'ébène collée. En C est un trou dessus, dans lequel entre une broche; la pièce AB est mob basculant sur l'appui C, qu'on garnit en dessous d'une ro en drap *i*, pour empêcher le bruit que causerait le choc du Un arrêt O, placé sous la touche, l'empêche de descendre bas; le levier reste incliné sous la pression que le doigt exerce A; mais il reprend la position horizontale dès qu'on le qu parce que la partie CB est beaucoup plus longue et plus lo que AC, et le poids de B l'emporte. Ce levier a 15 à 16 pouc

g. Tous les appuis C sont disposés en ligne droite longitudi-
le; seulement les touches des demi-tons étant moins avancées
le clavier, l'appui C est un peu reculé pour les leviers des diè-
et bémols, en sorte que toutes ces pièces sont égales en lon-
eur et en calibre.

Quand on baisse la touche A, la partie CB du levier monte au
traire. Un *taquet* porté au bout d'une petite tige de laiton D,
lé perpendiculairement, s'élève aussi, et va choquer la pièce
dont le centre de rotation est en N, et qui porte elle-même la
verticale et le *taquet* F. Cette tige monte donc aussi par l'in-
ence du levier, et va frapper la petite pièce de bois P tout près
son extrémité; cette pièce porte en R un tampon de bois garni
buffle; c'est le *marteau* qui frappe à la fois deux ou trois cordes
placées au dessus; car le manche P et le bout N de la pièce EN
fixés à des pièces de cuir *l*, *l'*, attachées à un bois solide Q, N;
bois sont des tringles carrées longitudinales, chargées de por-
tous les cuirs de ces marteaux, rangés parallèlement, chacun
essus du levier qui doit l'attaquer. On voit donc que, quand on
se la touche, l'impulsion se communique au marteau qui
e jusqu'à la corde pour la frapper en dessous; et la disposi-
des parties de cet appareil est telle, que chaque pièce choque
voisine perpendiculairement à sa direction; car il faut dire que
èce EN, et surtout le marteau QR, n'étant tenus que par les
s *l*, *l'* d'attache, pendent en plan incliné par leur poids. Une
verticale M en laiton, fixée au fond de la caisse et passant
un trou fait au levier, le maintient et le guide dans sa course.
omme les cordes frappées continuent de vibrer durant quel-
instans après le choc, et que le son persévérerait en même
ps qu'on frappe quelque autre corde, il résulterait de cette dis-
ition un effet désagréable à l'oreille, ainsi que cela arrive aux
bes des *carillons*; mais l'on pare à cet inconvénient par les
ffoirs H; ce sont de petites pièces de drap qui pressent sur les
es pour arrêter les vibrations, dès qu'on abandonne les tou-
. Le bout postérieur B du levier attaque et soulève une autre
verticale en bois *k*, qui est entrée librement dans un trou de
manche P, où elle est soutenue par un bouton *d*; cette tige,

poussée de bas en haut, soulève à son tour la pièce HL mo
L, portant en H un petit morceau de drap; cette pièc
charnière L. et quand on pose sur la touche, elle s'élève
vibrer la corde; mais elle revient de suite à la position horiz
et la tige ou le *pilote dk* retombe, parce que HL est pres
un faible ressort *b*. formé d'un simple fil de laiton. L'élastic
fit donc pour rabattre l'étouffoir HL sur la corde. On ne
d'étouffoir aux cordes des octaves aiguës, qui, étant très cou
fortement tendues. ont leurs vibrations de trop peu de du

Il s'agit maintenant d'expliquer ce qui se rapporte à la
et à la disposition des cordes. Elles sont attachées aux deu
sur de fortes pièces de bois appelées *sommiers*. Tout le l
bord du sommier, et sous les étouffoirs. sont implantées d
goupilles en laiton; on fait une boucle à l'extrémité du fil d
en le tortillant. et l'on passe l'œil de cette boucle dans l'ar
goupille; au bord antérieur de cette même pièce est une autre
de goupilles qui servent à arrêter le fil; celles-ci règnent
d'une espèce de chevalet nommé *sillet*: c'est à partir de ce
que la corde est libre et peut vibrer. Sur le contour d'un
chevalet courbé sont aussi implantées des goupilles qui mai
nent les cordes et déterminent le point où les vibrations doive
rêter; de là les cordes se rendent chacune à la cheville qui le

La corde est contournée de 8 à 10 tours, et serrée sur la
ville; ces tours passent sur le bout de la corde et l'empêch
glisser par le seul effort du frottement. La cheville est cylind
à surface rugueuse, et entrée à frottement dans un tro
juste de même calibre, pratiqué au sommier antérieur; la
la cheville est quadrangulaire, et l'on a une clef forée en
pour la tourner dans son trou en appuyant. Cette clef a la
d'un T, et les branches servent de marteau pour faire ent
chevilles en les frappant, lorsqu'on remarque qu'elles ne m
pas assez sous la simple pression du poignet. Le haut du T
un crochet pour faire la boucle des cordes.

Le mécanisme de la fig. 13 est ce qu'on appelle un *échapp*
les artistes l'on varié de diverses manières : celui de M. Ér
surtout fort ingénieux; nous ne pouvons le décrire ici faut

sé. (*V.* le grand Dictionnaire.) Près du clavier se trouve un g fossé pour le passage des marteaux. La tension de toutes cordes est considérable (on l'évalue à plus de 15 livres, ce qui, ir les 240 cordes d'un piano à 6 octaves et demie, produit une sion de plus de 4 à 5 milliers); on conçoit que les extrémités des des tendent à se rapprocher sous l'effort, et le fossé longitudinal ilite cette action, contre laquelle on lutte par des barres de fer ses sous la table d'harmonie, afin d'empêcher cette table de se ler. Les inconvéniens que présentent ces barres a déterminé Pape à employer un autre échappement qui permet de les supmer ainsi que le fossé, attendu que les marteaux frappent les des en dessus.

e diamètre des cordes et leur longueur dépendent des sons ves ou aigus qu'elles doivent rendre. Nous ferons remarquer : 1° l'instrument est à sons fixes, et par conséquent soumis au *pérament;* 2° les deux ou trois cordes de chaque touche que même marteau frappe doivent être à l'unisson; 3° les règles crites au mot Accordeur pour la tension des cordes sont de ueur; 4° enfin, les cordes des sons graves, étant plus longues plus grosses, doivent être attaquées avec plus de force; les leont mêmes longueurs, mais les marteaux les plus longs sont tinés aux sons les plus graves, et le point où s'exerce l'action les meut est aussi plus rapproché du centre. La main de l'exéant se trouve également chargée sur toutes les touches. Il faut ore ajouter que les étouffoirs des cordes graves sont plus longs.

Pour varier les effets musicaux de l'instrument, on a imaginé *pédales;* ce sont des lames de bois placées près du sol, et sur quelles on peut poser l'un des pieds. Chacune de ces lames est charnière à son extrémité postérieure. Une tringle verticale est chée par un bout à la pédale, et entre dans la caisse par-des-s, en passant dans un trou. En posant le pied sur la pédale, la sera tirée en bas; et, sans interrompre l'exécution du morceau musique, on peut changer par cette force quelque chose aux positions intérieures.

In a beaucoup varié les effets produits par les pédales. L'une e tous les étouffoirs, de manière à laisser aux cordes leurs en-

tières vibrations, ce qui donne de l'éclat aux sons : certains
sages permettent l'emploi de ce bruyant auxiliaire. L'autre étou
au contraire, tous les sons, même lorsque le marteau frappe
cordes, ce qui efface subitement toutes les vibrations, et do
aux sons une qualité particulière qui produit aussi son effet, etc.

Il nous reste maintenant à parler des perfectionnemens qu'on
fait subir à la construction des forte-pianos.

Le plus remarquable est la forme même de l'instrument; les *pianos à queue* sont certainement préférables aux *pianos carr* parce que les sons sont mieux nourris et plus nerveux. On nomme *pianos à queue*, ceux qui ont une forme en triangle rectang tronqué au sommet. A la base de ce triangle est situé le clavi les cordes, au lieu d'être tendues dans la caisse de gauche à droi le sont du sommet à la base; les chevilles ne sont plus implant vers la droite, mais en devant, le long du clavier. La forme de c instrument le rend embarrassant à placer dans un salon.

Le clavier est souvent dans une sorte de caisse qu'on peut mettr ou ôter à volonté; cette caisse se loge à sa place comme un tiroir; une forte lame de ressort, fixée sur le bord de la caisse, presse la- téralement le clavier pour le maintenir en son lieu, ou l'y ramene lorsqu'on l'a déplacé. Ce tiroir renferme aussi tous les leviers et les marteaux. Une pédale qu'on peut presser avec le pied communi- que à ce tiroir un petit mouvement de droite à gauche, d'où ré- sulte que chaque marteau ne se trouve plus que sous une ou deux des trois cordes qu'il doit frapper, ce qui appauvrit tout-à-coup le son, et produit des effets d'harmonie assez intéressans.

M. Roller fait des *pianos droits* : les cordes sont dans un plan vertical, ce qui donne au meuble une forme plus élégante et plus facile à placer dans un salon. Cet artiste a récemment imaginé de tirer parti du mouvement qu'on peut donner latéralement au cla- vier entier, pour porter les marteaux exactement sous les cordes du demi-ton voisin, soit à droite, soit à gauche, et par conséquent hausser ou baisser tout le diapason d'un demi-ton. Ce perfection- nement a pour but d'éviter le travail singulièrement difficile des transpositions, lorsqu'un chanteur trouve le diapason de l'instru- ment trop haut ou trop bas pour sa voix. Fr.

ET (*Arts mécaniques*). Outre les *cravaches*, qu'on fabrique les autres fouets, nous en distinguerons deux espèces.

ouets de cabriolet. Ils sont composés de quatre parties : le t, qui a 4 à 6 pieds de long ; la *monture* ou *porte-charge* ; la ou *longe*, à laquelle on donne de dix-huit à vingt-quatre de long ; et enfin, la *mèche* ou *pointe*, qui en a huit ou

anche du fouet se compose de deux pièces, le *manche* pro- nt dit et la *verge*. Ces deux parties doivent présenter ensem- forme d'un cône tronqué, extrêmement allongé. Lorsque ge est en baleine, on implante dans une poignée soit en soit en bois, le gros bout de cette baleine, et on l'y colle ent ; l'on ajuste tout autour des bouts de baleine que l'on dans des entailles faites exprès sur le bout du manche ; on lo bien avec le manche et avec la baleine, qui sert d'ame. le tout est parfaitement sec, on répare toutes les défectuo- on donne la forme conique.

que le manche se fait en *bois de Perpignan*, *micocoulier australis*), le manche et la verge sont du même mor-

s'agit plus que de recouvrir avec du fil, ou de la filoselle, la soie de diverses couleurs, ou avec de la fine corde à , soit à la main, soit avec la *machine à faire les* LACETS. On par-dessus avec de la colle forte liquide, afin que le fil se le lustre, et que par son arrangement il acquiert et donne et de la force et de l'élasticité.

ne couvre les fouets dont le manche est en jonc que jus- dessous des entes ; on laisse la verge à découvert.

nt de monter le fouet, c'est-à-dire de le recouvrir, ainsi us venons de l'expliquer, on colle avec soin, à son extrémité petite, la *monture* ou *porte-charge*. C'est une petite lanière r blanc, de trois ou quatre lignes de largeur et de sept à ouces de long. On pare bien ce cuir par ces deux bouts, de re qu'il soit insensiblement aminci, et qu'il ne grossisse que ur le bout du fouet qu'il doit embrasser parfaitement. On cuir en deux, on en laisse ressortir au bout de la verge une

longueur d'un pouce en double, et l'on colle avec soin le sur le bout de la verge.

Les fouets en bois d'épine ne sont pas ordinairement re verts; ils sont quelquefois formés d'un seul brin, souvent de ou trois, cordés ensemble, pendant que le bois est frais. O attache fortement au bout, et l'on y colle la *monture* ou *charge*.

Pour faire la *charge* ou *longe*, on prend une lanière de veau passée au blanc, de huit à dix lignes de large d'une et de deux lignes de l'autre, sur une longueur de trente On laisse entière cette dernière partie sur la longueur de dix pouces, et l'on divise le reste de la lanière en quatre on tresse à quatre. Lorsqu'on est parvenu à la moitié de gueur, on divise chaque brin en deux, et l'on tresse en huit ju la fin, en y introduisant une lanière de cuir pour former l' insensiblement plus grosse du milieu que des deux bouts. O serve au gros bout une gance, afin d'y attacher la *longe* *charge*, de la même manière qu'on fixe un cordon à l'a d'une montre.

A l'autre bout de cette longe, on fait une ouverture en f de boutonnière, dans laquelle on passe la *mèche*, qui n'est chose qu'une ficelle faite exprès, connue sous le nom de *fouet*-

2°. Les *fouets courts* à l'usage des postillons, etc., sont f d'un *manche* en bois élastique ou en jonc, de quinze à dix pouces de long au plus, de la *charge* ou *longe* et de la *mèche*. sortes de fouets demandent plus de force que d'agrément.

Une lanière de cinq pieds de long et de huit à dix lignes de en cuir de bœuf plané et blanc forme la longe. A huit ou dix ces de l'extrémité, on partage la lanière en deux dans tou longueur, et dans chacune des parties, on ouvre des gances à tances égales, et à quatre à cinq lignes l'une de l'autre. On les lanières alternativement et successivement dans ces gance qui ressemble à une tresse à trois. De trois en trois pouces ron, on forme des nœuds qui ont trois ou quatre pouces de soit en passant l'une des lanières sur l'autre par quatre à cinq

olutions, soit en formant ces nœuds avec un autre morceau de uir. On met la mèche à l'ordinaire. FR.

FOULON (*Arts mécaniques*). Nous avons dit, à l'article DRAP, que c'est le *feutrage* qui fait le drap. Le feutrage des étoffes de aine d'une grande largeur et d'un long aunage se donne, au moyen du *foulage*, dans un moulin à foulon. Le feutrage des petits objets, tels que les bas, les gants, les bonnets, etc., se donne simplement aux pieds, à la main, aux rouleaux. Dans l'un et l'autre cas, le feutrage n'a lieu que par suite d'une chaleur humide excitée par une agitation et une pression alternative en tous sens des objets en laine soumis à cette opération. Ainsi, on feutre en foulant; la machine avec laquelle on foule s'appelle *foulon* ou *moulin à foulon*; l'ouvrier qui dirige ce travail porte le nom de *fouleur*, ou de *foulonnier*.

Ces moulins sont de deux sortes, savoir :

1°. A *maillets*, ou façon de France et d'Angleterre;

2°. A *pilons*, ou façon de Hollande et d'Allemagne.

Tous deux doivent produire le même effet, celui de retenir l'étoffe dans un petit espace, repliée en tous sens sur elle-même, de la tourner et retourner, de l'agiter, de la presser, de l'échauffer, de la faire rentrer, enfin de la feutrer : les premiers, en frappant obliquement lesdites étoffes dans des *piles* inclinées, et les seconds en les frappant verticalement dans des piles droites.

La pile est une sorte d'auge dans laquelle on met l'étoffe, soit pour la dégraisser, soit pour la fouler. Cette pile est creusée dans une forte pièce de bois de chêne portant 20, 25 à 30 pouces d'équarrissage, et une longueur proportionnée à la force du moteur, qui doit faire mouvoir les maillets ou pilons, deux à deux, dans des piles ou auges que l'on pratique ordinairement, sur la même direction et dans le même arbre, au nombre de deux à huit. La pièce d'étoffe doit tourbillonner d'une certaine quantité sur elle-même à chaque coup, de manière à présenter successivement tous ses points à l'action des maillets ou des pilons. Le mouvement est imprimé à ces masses par des CAMES qui font tourner une roue hydraulique ou tout autre moteur, de manière à donner deux coups à chaque tour de la roue qui porte les cames.

Dans le cas où les draps à fouler sont de laine comprimé serrés en chaîne et trame, les moulins à pilons méritent la préférence sur les moulins à maillets ; l'effet de leur chute verticale a plus de vigueur. Il est plus facile de les chômer et de soustraire ainsi l'étoffe à l'impression du froid : le foulage s'opère plus promptement qu'avec les foulons à maillets. Cependant ceux-ci sont préférables dans le cas où le foulage se fait à l'urine. Son effet étant plus lent, le drap a le temps de se défier avant de s'échauffer et de se fouler.

Les fouleries à maillets valent mieux que les fouleries à plats pour le *dégraissage* : les auges des premières étant plus grandes que celles des secondes, les étoffes s'y retournent plus aisément, se pénètrent mieux de terre ou d'urine, sont moins sujettes à s'échauffer, à se feutrer ; ainsi lavées en toile, elles se retrouvent parfaitement préparées pour le foulage au savon. E. B.

FOURNEAUX. — *Généralités sur les fourneaux. — Parties principales dont ils sont composés.* En général, tous les fourneaux destinés à la combustion de substances quelconques et à donner issue aux produits de cette combustion sont composés : 1° du foyer ; 2° de l'espace qui doit recevoir un vase contenant les matières soumises au traitement par le feu, ou de l'aire sur laquelle doit s'opérer une fusion, une calcination, une évaporation, etc. ; 3° de la cheminée qui doit donner issue aux produits gazeux de la combustion.

La première de ces trois parties principales (le foyer) est le plus communément garnie d'une grille qui partage, dans la direction de haut en bas, le foyer proprement dit, du cendrier ou réceptacle des résidus solides de la combustion (les cendres) : ce cendrier a d'ailleurs pour objet accessoire d'offrir un passage à l'air qui alimente la combustion, et qu'on a d'autant plus d'avantage de faire arriver par cette voie à travers le combustible, qu'il l'enveloppe alors qu'il est à une haute température acquise en parcourant le cendrier, au lieu que, dans le cas d'accession de l'air directement par la porte du foyer, cet air est froid ; il passe par-dessus le combustible enflammé, refroidit la partie supérieure et diminue d'autant l'effet utile de la combustion.

aire du fourneau, ou dans d'autres cas, la place occupée par
ase, qui, selon ses diverses appropriations, prend le nom soit
haudière, ou d'alambic, ou de creuset, etc., est soumise à des
orts d'étendue, de forme ou de capacité, d'éloignement ou de
rochement de la grille et de la cheminée, qui seront traités
enablement chacun en son lieu.

en sera de même de la troisième partie principale des four-
ıx (la cheminée), que son importance et les principes phy-
:s sur lesquels repose sa construction rendent susceptible
examen raisonné.

Des fourneaux d'usines. — Espèces principales.

:s fourneaux d'usines, dans leur mode de construction, sont
ıbles comme les emplois mêmes auxquels on les destine.

ns une première classe se présentent d'abord tous les four-
x destinés à recevoir un appareil d'évaporation quelconque,
ui, dans leur construction propre, suppléent à cet appareil.
convient de subdiviser cette première classe : 1° en fourneaux
la production de la vapeur appliquée comme force motrice
:u des machines; 2° en fourneaux pour la production de la
ur destinée, par sa condensation ultérieure, soit dans l'air,
lans l'eau, soit dans des réfrigérans appropriés, à fournir la
:ur qu'on veut médiatement appliquer à des usages quel-
ues; 3° en fourneaux pour la vaporisation de substances qui,
énéral, s'élèvent à une moindre température que l'eau, ou
'élèvent en vapeurs à la faveur de l'eau qui les tient en dis-
ıon (ce groupe de procédés embrasse spécialement tout ce
: rattache à la distillation de l'alcool, de l'éther, du vinaigre,
etc.); 4° en fourneaux pour la vaporisation de substances
;ées soit dans des bases salifiables, soit dans d'autres com-
, et qu'on en expulse par le simple effet de la chaleur appli-
à ces composés, quelquefois en faisant concourir avec la
ur l'action d'acides plus puissans que ceux qu'on veut dé-
. (Dans cet autre groupe, l'on retrouve, parmi beaucoup
es procédés, la distillation des huiles volatiles ou essences,
grand nombre d'acides minéraux, etc.)

Les deux groupes de produits dont il vient d'être question son ordinairement recueillis dans des réfrigérans où ils se condensent mais dont il n'entre pas dans notre plan de nous occuper. (*V.* Distillation.) 5° En fourneaux appropriés à une évaporation de liquide qui n'a d'autre but que de concentrer les liqueurs, de les disposer à la cristallisation des sels qu'elles contiennent, et quelquefois de dessécher complètement des sels ou autres corps qu'elles tenaient en dissolution ou qu'elles mouillaient simplement.

Une seconde classe, également susceptible de division, nous offre tous les fourneaux qui, dans leur capacité, reçoivent des creusets ou vases quelconques contenant des matières à fondre, à calciner, etc. On retrouve dans cette classe, principalement les fourneaux de verrerie et les fourneaux de fusion des métaux.

Enfin, dans une troisième classe, on a les fourneaux de réverbère de toutes les sortes; ceux-ci sont destinés aussi à la calcination et à la fusion: les fours à chaux, à briques et à plâtre, les hauts-fourneaux à fer, et nombre d'autres, se rangent également dans cette troisième classe, dont une subdivision embrasse les fours à porcelaine, de faïencier, de potier, etc.

Considérations sur les formes à donner aux fourneaux pour en obtenir le maximum de l'effet utile.

Chaque espèce de fourneaux est susceptible de considérations qui lui sont propres. Un fourneau dans lequel on place un vase pour l'évaporation d'un liquide, soit que cette évaporation n'ait pour but que de concentrer les liqueurs, de dessécher les sels qui y sont dissous, ou de produire des vapeurs applicables par leur force d'élasticité au mouvement des machines, est soumis à des principes qui cessent d'être applicables à d'autres fourneaux qui ont une autre destination. Ici, le plus ou moins d'étendue à donner à une dimension préférablement à une autre est presque toujours un point capital dans la construction, parce que cette étendue est en rapport avec celle de la surface du vase soumis à l'application de la chaleur, et que c'est en raison directe de cette surface que l'évaporation a lieu. Il n'est donc pas du tout indifférent que le fourneau, et par conséquent le vase qui y correspond, s'étende dans un sens

plutôt que dans un autre; car la chaleur n'est reçue que sur la surface extérieure du vase, et la masse plus ou moins grande du liquide qu'il contient est sans influence aucune sur l'évaporation, qui, dans un temps donné, est toujours en raison composée de la surface exposée et de la quantité de combustible brûlée; supposé toutefois que, dans tous les cas, l'épaisseur du vase et la capacité conductrice de la matière dont il est formé soient égales.

En effet, il n'en est pas du procédé de l'évaporation des liquides comme de celui de leur simple échauffement : pour ce dernier cas, en prenant pour exemple un bain de teinture ou de macération quelconque, s'il ne s'agissait que d'en élever la température, en pourrait construire le fourneau de telle sorte qu'il ne s'y brûlerait à la fois qu'une faible quantité de combustible comparativement, et l'air du foyer, encore chargé de vapeurs aqueuses et des autres produits gazeux de la combustion lente, pourrait être reçu dans des gorges ou canaux pratiqués à l'entour du vase, et par conséquent sur une plus grande étendue de la surface extérieure; là, il abandonnerait du calorique, qui serait mis à profit pour l'échauffement du liquide. Quand on n'est pas pressé par le temps, ce système peut être avantageusement mis en usage, au lieu que, dans presque tous les cas d'évaporation, l'on a besoin d'obtenir le maximum de l'effet utile dans le temps le plus court possible. On n'arrive même à toute l'économie désirable dans l'emploi du combustible, qu'en procurant l'évaporation de près de 100 kilogr. d'eau en une heure par mètre carré de surface de chauffe : d'où résulte la nécessité de brûler à la fois autant de combustible que le fourneau peut en consumer. Mais on ne peut satisfaire à cette dernière condition sans perdre nécessairement toute la chaleur qu'entraîne l'air encore très chaud à son passage dans la cheminée. On a donc pensé à tirer parti de cet excédent de chaleur, en pratiquant, sur le prolongement du fourneau d'évaporation, un second fourneau dit de *préparation*. Dans les ateliers d'évaporation, la chaudière du premier fourneau porte le nom de *réduisante*, et celle du second fourneau, le nom de *préparante*. Le liquide s'échauffe plus ou moins et subit déja l'évaporation dans de certaines limites, dans la préparante; on le fait en-

suite passer dans la chaudière préparante, où il arrive dans des conditions qui favorisent l'évaporation. Cet usage est assez général dans toutes les diverses fabriques de sels; mais il serait peut-être beaucoup moins commun si on le raisonnait dans tous les cas qu'offre la pratique : en effet, il en est beaucoup où ce que l'on gagne d'un côté est plus que compensé par une perte d'un autre genre; si la hauteur de la cheminée n'est pas proportionnelle au trajet horizontal de la flamme qui se porte d'une chaudière à l'autre, il y a un grand ralentissement de la combustion; beaucoup d'air y échappe, et le fond des chaudières reste comme baigné dans une atmosphère qui n'a pas le degré de chaleur convenable. L'ébullition devrait être la plus vive possible, et elle ne saurait être telle qu'à l'aide d'une combustion rapide; or, celle-ci n'aura pas lieu si le prolongement horizontal du fourneau n'est pas en rapport avec une hauteur correspondante de la cheminée. C'est bien pis encore si le trajet, au lieu d'être en ligne droite, oppose des angles et des ressauts à l'ascension de la fumée, comme cela a lieu lorsqu'on veut la faire circuler en l'élevant en spirale tout à l'entour de la chaudière, disposition dont le vice ne peut être corrigé que par un tirage puissant. Le système de circulation de la fumée sur les côtés de la chaudière a d'ailleurs, malgré la précaution que l'on prend ordinairement de ménager des regards à bouchetons mobiles pour le curage de la suie au balai, le très grand inconvénient d'occasionner, au bout d'un certain temps, une espèce d'enduit huileux et comme bitumineux qui tapisse les surfaces de contact, y tient opiniâtrement, et s'oppose par sa nature charbonneuse à la transmission de la chaleur, en même temps qu'il contribue à une plus prompte détérioration du métal, à cause de l'acide acétique qu'il contient.

C'est ici le lieu de parler d'une méthode d'abord fort préconisée dont on attendait les plus grands avantages, et qui, dans la pratique, a été bien loin de répondre à cette attente : nous voulons dire les foyers de combustion construits en métal, et insérés dans l'intérieur même des chaudières ou vases évaporatoires. La plupart des chaudières ainsi disposées offrent dans leur ensemble deux tubes concentriques, et le tube de l'intérieur sert de foyer et de

conduit pour l'issue de la fumée. Sans parler de l'avantage de la légèreté et du peu de volume de l'appareil, avantage immense à bord des bateaux à vapeur, et pour les pompes à feu dites locomotives, il est certain que, par cette disposition, toute la chaleur qui s'échappe à travers les parois du foyer se trouve utilement employée pour l'évaporation du liquide contenu dans la chaudière ou tube extérieur; mais il est également évident que la température du foyer doit s'abaisser par l'efffet même de cette évaporation à laquelle ses parois fournissent; dès lors la combustion ne peut être que lente dans le foyer. Aussi voyons-nous que de ces appareils il s'élève constamment une épaisse fumée chargée de charbon qui a échappé à la combustion. Joignez à cela que la surface de chauffe ne peut être que très bornée. C'est donc une construction à rejeter toutes les fois qu'un impérieux besoin de légèreté ne force pas d'y avoir recours.

Au premier coup-d'œil, il semblerait que la circulation bien entendue des canaux de chaleur devrait procurer un emploi utile de presque tout le calorique dégagé dans le foyer de combustion. Mais nous avons établi que, pour qu'il y ait économie de combustible dans un procédé d'évaporation, il fallait nécessairement, même au risque de perdre une certaine quantité de chaleur par la cheminée, que la combustion fût la plus vive et la plus prompte possible : or, il ne peut y avoir de vive combustion sans un fort tirage, et la vitesse du courant d'air dans la cheminée, qui constitue ce tirage, étant toujours inévitablement d'autant moindre que l'air qui passe par le conduit est moins chaud, donc, dans le cas de la circulation des canaux à l'intérieur ou à l'extérieur des chaudières, afin de céder au liquide une portion du calorique de l'air et des produits de la combustion, il y a deux effets qui se contrarient continuellement. Néanmoins, si l'avantage de ces canaux de circulation n'est pas aussi considérable qu'on pourrait d'abord l'imaginer, ils offrent cependant, dans beaucoup de cas (les avantages et les désavantages comparés et compensés), un excès de bénéfice sur la perte. Il devient donc utile d'examiner quelle pourrait être, dans quelques circonstances, la meilleure disposition à donner à ces conduits de cir-

culation, selon les divers usages auxquels on aurait besoin de les approprier; car l'effet utile d'un fourneau dépend en grande partie du proportionnement de la longueur de ces canaux, de leur forme particulière, de leur diamètre et de leur disposition.

Les bornes de cet article ne nous permettent pas d'établir tous les raisonnemens théoriques à l'aide desquels les physiciens déduisent toutes ces dimensions et ces formes. Bornons-nous à des données confirmées par l'expérience. Observons d'abord que, pour que l'effet calorifique du canal soit le plus grand possible, il faut que ce soit le métal même de la chaudière qui en constitue la plus grande partie, parce que la quantité de chaleur transmise par le foyer croît avec la grandeur de la surface de chauffe de la chaudière.

Il faut, en outre, considérer que l'air est très mauvais conducteur du calorique, et que d'ailleurs il ne la communique que très lentement de haut en bas; d'où il résulte que les parois inférieures du canal seront toujours beaucoup moins échauffées que la partie latérale des parois, et, à plus forte raison, que la partie supérieure. C'est donc constamment la surface de la chaudière même qui doit constituer la partie supérieure et les parties latérales du canal de circulation.

Il faut aussi observer que, pour la même étendue d'une section du canal, plus le contour qu'elle offrira sera grand, et plus il y aura de surface absorbante de la chaleur de l'air pendant son passage. Par conséquent, la forme la plus avantageuse à donner au canal, sous ce rapport, devrait être celle d'un rectangle très aplati, ou de deux courbes semblables et parallèles. Mais il est un point auquel doit s'arrêter cet aplatissement, parce qu'à mesure que le diamètre de la section diminue, le frottement augmente, et qu'il finirait par ne plus y avoir de tirage dans le canal.

Quand la largeur du fond de la chaudière excède peu celle du foyer, il ne faut pas établir de cloisons pour faire serpenter la fumée par-dessous; car tout l'espace occupé par les cloisons est à peu près perdu pour l'effet. Il vaut mieux, dans ce cas, laisser le courant suivre librement la direction du fond de la chaudière.

Mais si le foyer est très petit relativement à la largeur du fond : la chaudière, les cloisons deviennent nécessaires pour faire rculer la fumée sur une plus grande surface de métal. On pra- jue donc alors ce qu'on appelle des *chicanes*.

Quand au lieu de faire circuler les canaux sous le fond de la audière, on la leur fait embrasser, il est bon de pratiquer un ıl canal plus considérable qui embrasse toute la surface de auffe. Cela est préférable à une division par petits canaux. On conçoit facilement la raison, d'après ce qui a été dit plus haut; frottemens deviennent moindres, le tirage en est moins di- nué, et d'ailleurs la surface de chauffe est réellement plus ınde de tout l'espace qui n'est pas envahi par des cloisons.

Mais on sent aussi, sans qu'il soit besoin de le dire, que le ca- l de circulation ne doit pas dépasser, dans sa partie supérieure, niveau du liquide contenu dans la chaudière; car toute la aleur cédée par le courant d'air et les gaz au dessus de ce ni- au serait peu utile pour l'échauffement du liquide. Les va- ırs seules qui s'en élèvent acquerraient un plus haut degré température.

On ne doit pas non plus perdre de vue que le *minimum* de ction des canaux de circulation additionnés doit être égal à lui de la section de la cheminée.

L'expérience a prouvé que, dans de bons fourneaux, ayant un age convenable, et brûlant 100 kilog. de bonne houille à eure, il suffit ordinairement de laisser à la somme des canaux circulation 0^m 18 carrés.

APPLICATIONS ET SPÉCIALITÉS.

s foyers dans lesquels la flamme s'élève verticalement de l'aire à la partie supérieure du fourneau.

Nous avons déja fait pressentir le désavantage que ces foyers sentent quand leur hauteur n'est pas partagée par une grille; épendamment de l'accumulation gênante des cendres sur l'aire foyer, le courant d'air arrivant latéralement, il y en a une nde partie qui ne traverse pas le combustible, et cette partie

ne contribuant en rien à la combustion, se sature en pure perte de chaleur aux dépens de la partie qui y a concouru. C'est principalement le cas d'éviter cette construction vicieuse quand on emploie la houille pour combustible. Nous ne nous occuperons donc ici que des foyers munis d'une grille pour partager le cendrier du foyer proprement dit.

Les parties essentielles des fourneaux dont nous traitons actuellement exigent un examen particulier. Nous y trouvons d'abord, 1° l'ouverture par laquelle l'air intérieur est introduit: si la grille est destinée à rester constamment couverte de tout le combustible qu'elle est susceptible de recevoir, si d'ailleurs ce combustible n'est pas en masses trop compactes et trop volumineuses, comme dans le cas d'emploi de certaines houilles, et surtout du coke (charbon de houille); c'est-à-dire, en un mot, si l'on a l'intention de se procurer une haute température du fourneau, on ne saurait donner trop d'ouverture au cendrier. Cette disposition est d'ailleurs d'autant moins sujette à aucun inconvénient, qu'on reste toujours maître de diminuer facilement l'ouverture selon le besoin, au moyen d'une porte à registre qui règle le tirage.

Nous donnons ici (pl. 18 des Arts chimiques), fig. 1, 2, 3 et 10, la disposition la plus ordinaire de ces foyers. La figure 10 est une élévation de face du fourneau; la porte y est représentée. La fig. 1 offre une coupe dans le sens de la longueur de la grille. Les fig. 2 et 3 sont une répétition de la fig. 1, que nous destinons à des indications particulières. Ici l'air parvient dans le foyer verticalement, à travers une grille placée horizontalement au niveau du sol, et passe par un canal creusé dans ce sol. On est forcé d'adopter cette disposition quand l'espace manque pour une grande hauteur des fourneaux.

Il est évident, au surplus, que quelle que soit de ces deux dispositions celle que l'on voudra adopter, il sera loisible de placer la prise d'air soit en dedans de l'atelier (ce qui est le cas le plus ordinaire), soit en dehors.

Pour les fourneaux à réverbère en général, dont nous aurons plus tard à nous occuper, une disposition assez constante consiste

à introduire l'air par-dessous. On voit, fig. 5 et 6, l'élévation de la face parallèle à la longueur de la grille, et la coupe perpendiculaire à cette face.

Il est presque toujours avantageux d'avoir la prise d'air à l'extérieur du bâtiment qui contient le fourneau, 1° parce que la température y étant ordinairement plus basse qu'à l'intérieur, il en résulte un plus fort tirage; 2° parce que, l'air circulant librement à l'extérieur et n'étant pas influencé par la position de la porte de l'atelier, on reste libre, en multipliant jusqu'à quatre, s'il le faut, les ouvertures pour la prise d'air du foyer, de régler le tirage, quel que soit le rhumb d'où souffle le vent.

Le *cendrier* est, à proprement parler, le sol ou l'aire de l'ouverture pratiquée pour la prise d'air dans les fourneaux à grille. Sa profondeur est toujours arbitraire, ou du moins elle n'est déterminée que par le besoin d'y accumuler les cendres en les repoussant au fond jusqu'au moment où l'on trouvera commode de les extraire.

Dans toute construction raisonnée d'un fourneau, les dimensions de la surface de *grille* sur laquelle se place le combustible doivent être soumises à des règles, sinon certaines et d'une étroite obligation, du moins rapprochées des résultats d'un calcul approprié à la nature du fourneau et surtout du combustible qui devra être employé. Cette approximation se déduit des considérations suivantes :

1°. Si le combustible est de la houille, du coke ou de la tourbe, la grille doit avoir plus d'étendue que pour brûler du bois, par deux raisons : d'abord, parce que les barres devant en être plus rapprochées entre elles afin de refuser le passage aux morceaux de combustible non consumé, le clair total de la grille destinée à l'accès de l'air est moindre sur une surface donnée; et secondement, parce que, pour le coke et la houille, il faut à la fois plus d'air pour alimenter la combustion. En général, les grilles sont composées de barres de fer forgé ou de fonte, agencées entre elles selon différens systèmes. Il y en a un qui est favorable tout à la fois à la durée des grilles, à leur prompt désengorgement, et qui donne la facilité de changer une ou plusieurs

barres usées, sans être astreint à reconstruire toute la grille.

L'expérience a fait connaître qu'une bonne dimension à donner aux barres des grilles pour les grands foyers à houille ou coke, est de 3 centimètres et un quart, avec des intervalles de 1 centimètre. Ce système n'offre donc de clair que moins du quart de la superficie de la grille.

La surface totale à lui donner a été chez tous les constructeurs l'objet d'une controverse. La résistance que l'air éprouve en traversant des orifices rétrécis ne permet pas de regarder l'étendue plus ou moins grande de la grille comme indifférente, parce que l'on compterait sur une vitesse de passage qui dût compenser l'étroitesse de l'ouverture. En résumé, les calculs et les expériences, que notre cadre nous interdit de reproduire en détail, offrent comme un résultat qu'on peut admettre sans crainte d'erreur notable, que le minimum d'introduction de l'air par la grille doit être au moins égal à la plus petite section de la cheminée; d'où il suit, d'après le rapport que nous avons établi plus haut entre le clair et le plein de la grille, que la surface totale de celle-ci doit être un peu plus que quadruple de cette section. Voilà ce qui est indiqué, dans la supposition que le combustible placé sur la grille n'en diminuerait pas encore les ouvertures à raison de l'encombrement. Or, comme cette dernière condition n'est guère supposable, il convient donc, en général, que l'étendue de la grille soit toujours supérieure à cette donnée. Dans des matières où l'exactitude des calculs est dépendante d'une foule de données fort incertaines, il est prudent de n'adopter que des résultats généraux d'expériences long-temps continuées dans des circonstances variables; et ces résultats ont fait voir que lorsqu'on a l'intention de brûler en une heure, sur une grille dont le clair est du quart de la surface totale, un poids de 10 kilogr. de houille ou de coke, il faut lui ménager 0^m 13 carrés, et ainsi à proportion du poids du combustible à consumer. Certains constructeurs prescrivent de porter ces 0^m 13 jusqu'à 0^m 20; mais il paraît que leur indication est fort exagérée. Au surplus, il ne faudra pas perdre de vue que, pour se procurer la vitesse de tirage que l'on pourrait rechercher en

diminuant l'étendue totale des grilles, il faudra aussi que l'élévation et la largeur des cheminées croissent dans un rapport correspondant.

L'expérience a encore appris que, pour les foyers à brûler du bois, l'étendue des grilles doit être au moins deux fois plus petite que pour la combustion de la houille, du coke et de la tourbe; que, pour brûler par heure une quantité de chêne sec équivalante pour l'effet calorifique à 150 kilogr. de houille, c'est-à-dire 350 kilog. de chêne, il convient d'avoir 1 mètre carré environ de surface de grille.

Une considération qui ne doit pas non plus échapper au constructeur, c'est qu'il y a bien moins d'inconvénient à exagérer l'étendue à donner à une grille, toujours susceptible de correction par la fermeture d'un registre fixé à la cheminée, qu'à rétrécir une ouverture qui plus tard ne saurait être élargie.

Les grilles reçoivent assez communément la forme d'un carré long, et les barres sont placées dans le sens de la longueur. Les figures 1, 8 et 9 offrent deux systèmes de grilles généralement en usage. Les fig. 8 et 9 s'appliquent principalement aux petits appareils, où chaque barre est d'une seule pièce, et entre, par un angle, dans la barre transversale de support; mais quand l'étendue des grilles est considérable, et qu'il y aurait lieu de craindre la flexion des barres isolées, on adopte l'appareil qui est suffisamment expliqué par la figure 1.

Le *foyer*, ou l'espace qui est au dessus de la grille, doit offrir l'étendue convenable pour contenir le combustible et pour le jeu de la flamme. Mais ici se présente une question à résoudre. Est-il avantageux, il y a-t-il économie de temps ou de combustible à accumuler une grande quantité de celui-ci sur la grille? Sur cette question, comme dans presque toutes, il y a un juste milieu à garder, et il convient d'ailleurs d'avoir égard au concours des circonstances et aux indications particulières. Sans doute il y aurait constamment avantage à placer sur la grille la plus grande quantité de combustible, parce que la partie qui ne pourrait tout de suite brûler s'échaufferait par avance aux dépens de la chaleur perdue qui passe dans la cheminée; mais l'excès du combus-

de la vente. on ne parviendrait à ce résultat qu'en perdant un grand excès de chaleur; mais cela devient inévitable, car l'air ne peut s'échapper du foyer par la cheminée à une température inférieure à celle de la chaudière.

Le bois produisant beaucoup plus de flamme dans sa combustion que la houille, il faut laisser pour le premier de ces combustibles beaucoup plus d'élévation entre la grille et le fond de la chaudière.

Pour les bonnes houilles grasses, qui, dans la classe de ce combustible, sont celles qui produisent le plus de flamme, il faut que cet intervalle soit de 30 à 35 centimètres. Quand au bois, il exige un foyer au moins quadruple de celui pour la combustion de la houille. Le coke exige aussi beaucoup plus de capacité du foyer que la houille crue (du double au triple); cependant ce n'est pas à cause de la flamme que le coke développe, cela tient uniquement à ce qu'à poids égal, il est plus volumineux et occupe par conséquent plus de place.

La tourbe, en général, exige autant d'espace que le coke. Quant aux charbons de bois et de tourbe, dans la combustion desquels il ne se développe guère de flamme, l'espace qui leur est nécessaire est à peu près en rapport avec leur volume comparé à leur masse, c'est-à-dire entre les houilles et le coke.

Les *portes des foyers*, qui servent à l'alimentation de la grille et à son dégagement quand les charbons l'obstruent, doivent être tenues fermées le plus exactement possible. La presque totalité de l'air qui s'introduit par les fissures de ces portes, ne frappant qu'en dessus du combustible, échappe à la décomposition et ne sert qu'à refroidir le foyer.

Comme il est également essentiel que les portes des foyers combinent la facilité de la manœuvre avec la durée et une certaine imperméabilité à la chaleur, qui se perdrait par cette voie, les constructeurs ont varié ce genre de construction. Il convient d'abord, pour éviter le trop grand échauffement de la porte, et par conséquent une perte de chaleur à l'extérieur, qu'elle soit éloignée du combustible qui brûle au moins de 25 centimètres. Une très bonne disposition, très commode d'ailleurs et fort écono-

mique, consiste à ne pratiquer dans la porte ni charnière ni châssis. On la fait porter sur un pied placé au niveau du sol, et elle vient s'appuyer le plus exactement possible contre le châssis d'embrasure du foyer; on la place et on l'enlève à l'aide d'un crochet. Les portes à bascule, employées principalement pour les fours à réverbères, sont encore susceptibles d'application à tous les systèmes de fourneaux, à moins que le besoin fréquent de les manœuvrer n'en rende l'usage pénible. Cette dernière espèce de porte est ordinairemenl composée d'un cadre ou châssis en fer forgé, ou en fonte, rempli de briques, ou par une grande pierre plate.

DE LA CHEMINÉE DES FOURNEAUX.

Des dimensions à donner aux cheminées, d'après la spécialité de leur destination.

Dans tout appareil de combustion (et il y a une cheminée qui fait constamment partie d'un de ces appareils quelconques), il convient d'avoir égard :

1°. A la nature du combustible;

2°. A celle du corps que l'on veut soumettre à l'influence de la chaleur;

3°. A l'étendue de l'effet que l'on veut produire;

4°. Il faut enfin examiner s'il ne s'agit que d'employer seulement la chaleur entraînée par le courant d'air chaud (tel est spécialement le cas des fourneaux destinés à l'application de la chaleur sur un vase évaporatoire, sur un creuset, etc., placés à une certaine distance du siége de la combustion), ou s'il s'agit de mettre à profit la chaleur rayonnante, comme lorsque, par exemple, il y a à échauffer la sole d'un fourneau de réverbère, ou à porter à une haute température la capacité d'un fourneau de verrerie, etc., ou bien encore, si l'on a à utiliser tout à la fois ces deux modes de dégagement de la chaleur.

Mais, en général, sauf les modifications dans les formes et les dimensions nécessitées par les spécialités de leur emploi, tous ces appareils de combustion présentent les parties principales

qui suivent, et qu'il est nécessaire d'envisager distinctement

1°. Le foyer ou le lieu de la combustion.

2°. La place du corps qui doit être échauffé.

3°. Le passage qui doit donner issue au dégagement des produits de la combustion et à l'air non décomposé qui est entraîné avec eux. C'est, à proprement parler, ce passage qui reçoit le nom de *cheminée*.

Dans certains fourneaux, et principalement dans ceux où s'opère la fusion de plusieurs sortes de métaux, les parties 1 et 2 se confondent souvent, c'est-à-dire que le combustible est placé indistinctement avec le corps à chauffer ou à fondre, soit par superposition, confusion, ou de toute autre manière.

Quant à la troisième partie, ou *cheminée*, elle ne manque jamais, c'est-à-dire ne se confond avec les deux premières que dans les cas très rares des appareils dits à air forcé par une soufflerie; ou bien encore quand l'intensité de la chaleur, la continuité de la chauffe, et quelques circonstances particulières qui occasionnent le brûlement presque complet de la fumée produite dans le fourneau même, permettent de supprimer la cheminée. Tel est le cas pour les fourneaux de verrerie.

Les deux premières parties des fourneaux doivent nécessairement varier selon les cas particuliers auxquels ceux-ci sont appliqués, et qui dépendent de la masse du combustible à faire brûler, de son volume, de sa nature et de la place qu'occupe dans le fourneau le sujet de l'opération, et des transformations qu'il est susceptible d'éprouver par l'effet même de l'opération à laquelle il est soumis.

Il n'en est pas absolument ainsi de la cheminée; c'est une partie isolée des deux autres et presque invariable dans ses formes générales; elle se range par là même dans un ordre de considérations et de principes fixes de construction qui nous permet de la considérer, abstraction faite de sa destination spéciale.

Jetons d'abord un coup d'œil général sur les fonctions d'une cheminée. Elle est destinée :

1°. A rejeter à une hauteur plus ou moins grande, dans l'atmosphère, les produits de la combustion, des parcelles du com-

stible plus ou moins dénaturé, et les produits d'une espèce distillation, des matières hydrogénées, huileuses, de l'eau vaporisée, etc., tous produits incommodes dans les ateliers, et dont est essentiel de les débarrasser le plus complètement possible.
2°. A produire, au moyen de ce qu'on appelle vulgairement tirage, une précipitation rapide et abondante de l'air sur le combustible; et, par là, elle donne de l'activité à la combustion, qui produit d'autant plus de chaleur qu'elle est plus rapide.
S'il était rigoureusement possible, dans tous les cas, de donner aux cheminées les dimensions justement convenables à leurs usages, il faudrait proportionner ces dimensions à la quantité d'air exactement nécessaire pour la combustion du combustible qu'on voudrait introduire à la fois dans le foyer.
Ces quantités d'air strictement nécessaires à la combustion des différens combustibles n'offrent plus, pour leur détermination, des difficultés qui soient insurmontables, ni même très embarrassantes. Mais il faut observer que, pour la combustion d'une même masse, ces quantités doivent varier souvent, à cause de la grosseur des morceaux du combustible, à cause de l'arrangement qu'ils prennent successivement dans le foyer, et qu'il est à peu près impossible de soumettre à une disposition constante. Pour que dans tous les instans l'activité de la combustion reste à peu près la même, il devient donc indispensable d'introduire une masse d'air qui, parfois en excès, garantisse du moins dans tous les cas du danger d'extinction ou de trop grand ralentissement.
D'après diverses expériences confiées à des praticiens habiles, on peut admettre que les quantités d'air qui suivent sont nécessaires pour la combustion des divers combustibles les plus universellement employés.

Pour un kilog. de bon bois bien sec,	10
Pour un kilog. de bois au degré de dessiccation ordinaire sur les chantiers,	7 50
Pour un kilog. de bonne houille,	20 00
Pour un kilog. de coke,	18 00
Pour un kilog. de bon charbon de bois,	18 00

Cette base d'approximation mettra à même, dans tous les cas particuliers, de déterminer la quantité d'air nécessaire pour une combustion suffisamment rapide, et pour obtenir, dans un temps donné, l'effet calorifique nécessaire.

Quant à la hauteur à donner aux cheminées, il y a des limites qui seront plus tard l'objet de nos recherches. Nous parlons ici de la hauteur verticale et absolue, abstraction faite de l'augmentation de longueur du canal par le développement des surfaces de dévoiement et d'obliquité; en un mot, de cette hauteur qui mesure celle de la colonne d'air échauffé qui produit le mouvement; car, pour ce qui est de la longueur du canal dans toutes les directions, elle peut se composer de circuits d'une grande étendue pour le cours de la fumée dont on veut mettre à profit la chaleur, comme c'est principalement le cas pour les cheminées d'usines, où l'on chauffe de grandes chaudières évaporatoires ou de concentration des liquides.

Un tirage considérable offre l'immense avantage de pouvoir accumuler sur les grilles des foyers une grande épaisseur de combustible, ce qui diminue d'autant la quantité d'air qui échappe à la décomposition et qui s'emparerait dans son passage d'une partie de la chaleur dégagée par le combustible et par l'autre partie d'air décomposé. Dans ce cas, on tire parti avantageusement du produit d'une combustion plus rapide, au moyen de l'allongement des canaux de circulation, si les masses à échauffer sont volumineuses, telles par exemple, que dans les grandes chaudières d'évaporation.

Dans aucun cas il ne peut y avoir d'inconvénient à disposer une cheminée pour un grand tirage, puisqu'on reste toujours maître de le modérer à volonté, au moyen de registres que l'on peut placer dans les parties de la cheminée où il paraîtra le plus convenable de les fixer.

Trois circonstances influent principalement sur le tirage d'une cheminée :

1°. Sa hauteur ;

2°. Son diamètre de section ;

3° La température de l'air qu'on y fait passer.

.es deux premières conditions, hormis le cas d'empêchement
ause de localités particulières et rares, n'offrent guère de
cultés dans l'exécution. Quant au maintien à une haute tem-
ıture de l'air qui doit traverser la cheminée, cela est soumis
s considérations d'économie qui ne sont pas à négliger.
a chaleur, entraînée par la fumée dans une cheminée, et qui
n des élémens essentiels du tirage, est bien loin d'être en to-
: employée pour cet effet utile. Il s'en perd continuellement
es parois de la cheminée; voilà pourquoi, dans le cas de che-
ées en poterie mince et surtout en tuyaux de fonte, on voit
ılentir si facilement et si fréquemment le tirage.
ıur la détermination du diamètre à donner aux cheminées,
oit considérer qu'en augmentant le diamètre de la section,
vu que l'orifice inférieur reste le même, et que l'orifice supé-
:e soit libre, la vitesse à l'orifice inférieur croîtra à peu près
ı le rapport inverse du diamètre de l'orifice. Il est facile de
que le *maximum* du diamètre que l'on peut donner aux che-
ées, pour une consommation donnée de combustible, doit dé-
lre d'un grand nombre de circonstances locales, telles que la
e des vents, la position de l'établissement, etc.
moins de garnir la partie supérieure de la cheminée d'un
areil destiné à empêcher le refoulement de la fumée par l'ef-
les vents, il pourrait être dangereux de dépasser certaines
ensions pour le diamètre. Il ne faudrait pas que la vitesse de
y fût de moins de 2 à 3 mètres par seconde; condition qu'il
toujours facile d'obtenir, tout en conservant cependant l'a-
tage des larges cheminées, au moyen d'un rétrécissement de
fice supérieur, pratiqué soit à l'aide d'une plaque à registre
bile, soit d'une bascule.
n résumé, il sera toujours avantageux, pour obtenir un bon
ge dans les cheminées, de leur donner : 1° une grande hau-
r; 2° le plus grand diamètre possible, pourvu qu'au moyen
ne épaisseur suffisante des parois, on obvie au refroidisse-
ıt que le développement des surfaces tend à produire, et que,
le rétrécissement de l'orifice supérieur, on conserve à l'air

l'air frais s'écoule dans des canaux placés dans le foyer et dans le canal de la fumée; dans l'autre, au contraire, les tuyaux à fumée circulent dans la chambre à air.

Pour les calorifères à circulation d'air dans le foyer, la disposition la plus généralement adoptée est d'établir deux rangées de tuyaux; les tuyaux d'une même rangée communiquent tous par une extrémité avec la rangée supérieure, et par l'autre avec la rangée inférieure; l'air froid pénètre par la rangée inférieure des tuyaux, et entre dans le lieu de sa destination par la rangée supérieure.

La seconde classe, c'est-à-dire celle où il y a circulation des tuyaux de passage de la fumée dans l'air frais, est composée d'appareils qui sont tous formés d'une chambre ouverte par le bas pour donner accès à l'air froid, et dans le haut pour porter l'air chaud dans le lieu où il doit être utilisé. Cette chambre renferme un poêle métallique avec de longs tuyaux pour la circulation de la fumée avant qu'elle ne s'échappe dans la cheminée.

La vitesse de l'air dans les tuyaux, dans la chambre du calorifère et à sa sortie, est toujours extrêmement faible, et l'influence des vents est très grande; il peut même arriver, quand le vent est violent et dirigé en sens contraire de celui du mouvement de l'air qui tend à s'introduire dans les tuyaux, que ce mouvement n'ait plus lieu, et qu'au contraire l'air entre dans la chambre par la cheminée et sorte par les tuyaux. On obvie à cet inconvénient, 1° en plaçant au dessus de la cheminée un appareil mobile; 2° en orientant le fourneau de manière que l'ouverture d'introduction soit en regard des vents les plus fréquens; mais, quand les localités le permettent, le meilleur moyen est d'alimenter les tuyaux par un large canal souterrain qui va s'ouvrir en plein air à la surface du sol, ou par une caisse que l'on peut ouvrir à volonté dans la direction du vent.

Des appareils d'évaporation pour la distillation à feu nu. Les fourneaux devront être construits d'après les mêmes principes que pour la vaporisation de l'eau. La distance du fond des chaudières au combustible devra être d'autant plus petite, que la vaporisation devra avoir lieu à une température plus élevée.

chaleur dans l'intérieur du fourneau. C'est par la même raison que l'on conseille de ne jamais laisser nue la partie supérieure d'une chaudière fermée, dont le refroidissement, par un air agité surtout, condenserait beaucoup de vapeurs; on recommande de la couvrir d'une maçonnerie légère qui ne la touche qu'en un petit nombre de points; on veut par là se procurer cette enveloppe d'air stagnant dont il vient d'être parlé plus haut.

Les briques, pour toutes les parties intérieures exposées à la violence de la chauffe, ne doivent être liées entre elles qu'avec de bonne argile réfractaire, et il ne faut jamais négliger de maintenir toutes les parties des fourneaux au moyen d'armatures en fer d'une force proportionnée à la violence du feu et à l'écartement que ces parties pourraient subir.

Des calorifères pour chauffer les ateliers.

Dans l'emploi de ces appareils, on a pour objet de chauffer l'air dans un espace fermé, et de le porter ensuite dans d'autres lieux que l'on veut échauffer.

La chambre de chauffage doit être au dessous de l'espace que l'on veut alimenter d'air chaud, afin que cet air puisse de lui-même, par sa plus grande légèreté spécifique, gagner le lieu auquel on le destine.

L'appareil doit être disposé de manière qu'il n'échappe que le moins possible d'air à la décomposition, et que la fumée soit beaucoup refroidie au moment où elle est abandonnée à son issue. Ces conditions sont toutes également essentielles pour l'économie du combustible.

Un calorifère n'est, dans le fait, qu'un grand poêle, assez semblable à ceux à l'aide desquels on chauffe les appartemens, mais auxquels on donne une surface de chauffe plus considérable.

Il est toujours plus avantageux de chauffer un grand volume d'air à une faible température, qu'un plus petit volume à une température plus élevée, parce que le volume d'air qui se renouvelle sur les surfaces de chauffe étant plus considérable, une même étendue dans le même temps laisse passer plus de chaleur.

On connaît en général deux classes de calorifères; dans l'une,

primer beaucoup de détails de construction. Nous nous b
donc à une courte description des appareils figurés sur
che 18 *des Arts chimiques;* elle comprend toutes les
fourneaux d'usines les plus généralement en usage.

Fourneaux évaporatoires. Les constructions pyrotec
destinées au rapprochement ou au chauffage de diver
tions, se rencontrent dans la plupart des usines; leur
varient suivant plusieurs circonstances, ainsi que nou
dit plus haut. Ce serait de beaucoup excéder les limites
ticle de dictionnaire, que de les exposer toutes; nous n
nerons donc à décrire une sorte de fourneaux qui est ap
dans la plupart des cas, et qui pourrait s'étendre à tous a
de quelques modifications; depuis long-temps on l'emp
clusivement dans les fabriques, et on n'en a pas rencon
aient paru préférables.

Les fig. 1, 2, 3 et 4, de la pl. 18, indiquent, dans trois
horizontales et une coupe verticale, les mêmes parties
mêmes lettres:

a, cendrier du fourneau.

b, grille du foyer.

c, plaque en fonte qui recouvre le cendrier et souti
maçonnerie au dessus.

d, porte du foyer; sa double embrasure permet d'att
aisément et de voir toutes les parties de la grille, sans que
porte soit d'une grande dimension, ce qui est important
éviter l'accès d'une trop grande quantité d'air dans les mo
où la porte reste ouverte.

e, ouvreaux par lesquels les produits de la combustion
sent pour se rendre dans la galerie circulaire *g*; leurs ouv
res inégales servent à contre-balancer l'effet du tirage de
verture *f*, dans laquelle se rassemblent les produits de la c
bustion pour se rendre à la deuxième galerie. Les brique
séparent les ouvreaux concourent à réfléchir la chaleur ve
fond de la chaudière; elles arrêtent une assez grande parti
la chaleur prête à s'échapper, et maintiennent à leur passag

produits de la combustion à une température assez élevée pour la favoriser.

f, deuxième galerie circulaire, dans laquelle les produits de la combustion passent au sortir de la première, et font le tour de la chaudière avant de se rendre dans la cheminée *h*.

h, cheminée du fourneau; elle peut être commune à plusieurs autres constructions pyrotechniques.

i, *i*, *i*, regards ménagés dans l'épaisseur de la maçonnerie pour nettoyer les carneaux, les conduits et la cheminée.

Pour tirer parti de la chaleur que les produits de la combustion entraînent encore en quittant la deuxième galerie circulaire, on peut les conduire, comme l'indique la fig. 5, sous une deuxième chaudière A′, placée dans une construction semblable à celle que nous venons de décrire. Il est souvent commode de pouvoir échauffer, par un feu allumé pour elle, la deuxième chaudière, soit qu'une opération dans celle-ci doive précéder ce que l'on se propose de préparer dans l'autre, soit que la chaleur dont elle profite secondairement ne soit pas suffisante; enfin, il peut être utile de cesser l'échauffement de cette chaudière. On parvient à varier ainsi les effets de ce double fourneau : 1° en pratiquant sous la deuxième chaudière, comme l'indique la fig. 5, un foyer et un cendrier, dont il suffit d'ouvrir les portes pour en faire usage; 2° en construisant un passage direct *h′*, *h′* du premier fourneau à la cheminée ; et 3°, en adaptant dans ce passage un registre *k*, que l'on ouvre lorsque l'on veut éviter d'échauffer indirectement la deuxième chaudière en même temps que l'on ferme le registre *k′*, interposé entre la deuxième galerie de la première chaudière et le deuxième fourneau.

On peut augmenter encore l'effet de ces fourneaux évaporatoires en recouvrant la première chaudière d'une autre chaudière qui s'échauffe par le contact indirect de la vapeur formée dans la chaudière inférieure ; mais, dans cette chaudière additionnelle, le liquide ne saurait bouillir sans que la vapeur de la première fût comprimée, et par conséquent il ne peut se rap-

procher que par l'évaporation que détermine le renouvellement de l'air sur sa superficie. Au reste, cette complication dans les fourneaux n'est praticable que dans un petit nombre de cas, dont nous aurons l'occasion de nous occuper à des articles spéciaux. Nous verrons encore dans cet article des fourneaux plus compliqués, à quadruple ou quintuple effet : mais nous ne décrirons pas tous leurs détails, par la même raison.

Fourneaux des chaudières à vapeur. Les applications de ces fourneaux, moins nombreuses que celles des précédens, se multiplieront lorsque les utiles applications de la vapeur seront mieux appréciées et plus généralement en usage.

Le fourneau que nous venons de décrire peut être appliqué au chauffage d'une chaudière destinée à la production de la vapeur ; il suffit de substituer à la chaudière représentée dans la fig. 4, un autre A″, fig. 6, de même diamètre, qui soit plus profonde, rétrécie à sa partie supérieure, et fermée hermétiquement à volonté par un couvercle B mobile, serré à l'aide d'une vis à agrafes C, ou de plusieurs boulons à écrous. Il faut de plus élever la maçonnerie jusqu'à la partie supérieure de cette chaudière, et ménager un second conduit circulaire qui porte les produits de la combustion autour de cette partie.

On ne s'est pas arrêté à la forme de la chaudière ci-dessus décrite pour la production de la vapeur ; et l'observation, rapportée à l'article Chaleur, que la quantité de vapeur produite dans les chaudières couvertes est proportionnée à la quantité de la surface chauffée des parois, a donné l'idée de multiplier ces surfaces ; on y est parvenu en composant la chaudière de plusieurs cylindres communiquant entre eux. Les fig. 7 et 8 montrent, par une coupe longitudinale et une coupe transversale, cette disposition généralement adoptée : A, A, deux petits cylindres, dits *bouilleurs*, complètement plongés dans le feu d'après la construction du fourneau. B représente un plus grand cylindre, communiquant avec les deux premiers par les tubes verticaux intermédiaires C, C. Deux obturateurs, maintenus par des écrous, ferment les deux bouilleurs, et permettent de les vider et de les

nettoyer à volonté; un couvercle, également boulonné, ferme le grand cylindre, et laisse, quand on veut l'enlever, un passage suffisant pour qu'un ouvrier s'y introduise et détache les dépôts de sélénite (1), s'il y a lieu.

Il est facile de voir comment, d'après les dispositions du fourneau, la flamme du foyer *e* passe sur les deux cylindres bouilleurs, puis, au bout, revient échauffant le dessus de ceux-ci et le dessous du gros cylindre; et enfin les produits de la combustion se divisent sur les parties latérales de ce dernier, d'où il se rendent dans la cheminée.

On conçoit que, de même que dans le premier fourneau décrit, on peut interposer une deuxième chaudière entre la première et la cheminée, tirer ainsi mieux parti de la chaleur développée par le combustible, et obtenir de l'eau ou tout autre liquide constamment chaud, soit pour remplir la première chaudière, soit pour divers usages dans l'atelier. Cette disposition, dans certains cas, offre une économie marquée; mais, nous le répétons, souvent ces additions sont gênantes pour le travail, ou l'emplacement ne les permet pas.

On a depuis long-temps imaginé une disposition économique pour les fourneaux destinés à la production de la vapeur; et l'usage en serait peut-être plus général, si l'exécution et les réparations n'en étaient pas plus difficiles que dans les modes adoptés plus ordinairement.

La fig. 9 indique par deux coupes cette disposition particulière: elle consiste, comme on le voit, dans un foyer A, placé dans la chaudière même, au moyen d'un cylindre intérieur B dont les parois C, garnies de briques, sont garanties de l'action directe

---

(1) On évite la formation de ces dépôts gênans en ajoutant dans la chaudière, tous les quinze jours ou trois semaines, un centième environ de pommes de terre. Ces tubercules, en partie dissous dans l'eau bouillante, forment une solution visqueuse qui s'oppose à l'adhérence des particules de *sélénite* entre elles et à leur incrustation sur les parois des chaudières.

du feu, de même que le combustible est garanti de l'abaissement trop considérable que produirait son contact immédiat avec une surface métallique baignée dans l'eau, et même la trop rapide absorption des rayons de calorique qui en émanent (1). Le gros cylindre communique avec un tuyau d'un diamètre moindre D, qui s'adapte en se recourbant à un tuyau transversal F; et celui-ci divise les produits de la combustion dans deux autres tuyaux F, situés longitudinalement et rivés à la paroi antérieure de la chaudière. Il est facile de reconnaître le chemin qu'ont suivi les produits de la combustion, à partir du foyer A jusqu'au bout F; de là ils passent à l'extérieur et de chaque côté de la chaudière dans un intervalle H, entre ses parois et la maçonnerie M. Enfin, à l'autre extrémité du fourneau, un double conduit incliné à 45 degrés reçoit la fumée, et la rassemble dans un seul corps de cheminée. Si l'on veut, pour économiser la place et le poids, on peut supprimer la maçonnerie extérieure, ou du moins la faire très mince et en briques légères, ou en plâtre. On peut adapter les tuyaux inclinés au point F′ des tuyaux intérieurs, et les réunir à une cheminée en tôle.

Fourneaux à réverbère. Ces fourneaux, sur lesquels nous avons donné déja quelques détails, varient de formes suivant les usages auxquels ils sont destinés. Ceux qui servent à calciner diverses substances, tels que le mélange de sulfate de soude, craie et charbon, d'où l'on obtient la soude brute, les sels de soude, précipités dans l'évaporation des solutions de soude, que l'on fait ainsi dessécher et blanchir complètement, etc; ces fourneaux sont généralement de la même forme. Nous croyons donc devoir commencer par leur description dans cet article de généralités

(1) Ce genre de construction, employé d'abord dans la vue d'économiser à la fois le combustible, la place et le poids sur les bateaux à vapeur, n'étant garni d'aucune maçonnerie, manqua son effet parce que le refroidissement du combustible et des produits de la combustion y était tel, que la houille y brûlait très mal, et que le tirage ne pouvait s'établir.

fig. 10, 11 et 12 montrent, en élévation et en coupes vertica- et horizontales, un fourneau à calciner; Les mêmes lettres iquent les mêmes parties dans ces figures : A, cendrier ; B, er et la grille ; CC, sole du fourneau construite en briques de ımp, sur laquelle est étendue la matière à calciner; DD, voûte réfléchit la chaleur sur la sole ; E, cheminée ; H, autel ou r élevé au dessus de la sole pour prévenir la chute de la tière dans le foyer. Cette partie du fourneau, qui se trouve le courant en contact avec un bien grand nombre de points a flamme, est aussi plus tôt détériorée que les autres. On choi- quelquefois pour la construire des briques encore plus réfrac- es que pour les autres parties exposées à l'action de la flamme. porte du foyer en fonte, munie d'une tige en fer (que l'on manche à volonté d'une poignée en bois), et dont l'encadre- nt, dit bouche, est d'une seule pièce en fonte coulée; C', porte encadrement semblables qui sert à enfourner la matière à cal- er; C'', porte et encadrement semblables, disposés au milieu bout antérieur du four, afin que l'on puisse aisément remuer s toutes ses parties la matière étendue sur la sole, et la retirer que l'opération est terminée ; G, cylindre ou rouleau en fer, intenu par des coussinets ou une fourchette à clavettes, à aune des extrémités de son axe, en sorte qu'il tourne aisément facilite les mouvemens du râble (fig. 13), avec lequel on re- e, et ceux de la racloire (fig. 14), qui sert à tirer toute la ma- è calcinée hors du four; R, armature en fer, composée de ti- s et d'ancres destinés à consolider, en les liant ensemble, tes les parties du fourneau.

Les fourneaux sont quelquefois à double et triple effet; c'est-à- e qu'outre la calcination ou fusion principale qu'ils sont desti- à opérer, ils servent encore, dans leur prolongement ou par construction d'étages supérieurs, à calciner ou préparer une ération sous une température moins élevée; et enfin les pro- ts de la combustion contiennent encore assez de chaleur pour il soit possible de les utiliser en les appliquant à l'évaporation liquides. P....ZE.

FRAISE. En terme d'art, on donne le nom de *fra* petit outil qui s'adapte à un villebrequin, ou qu'on fait à l'archet, pour évaser ou rendre conique l'entrée d'un tr dans du métal ou dans du bois, quand on veut y mettre ou une vis.

Ces *fraises*, faites du meilleur acier, sont de forme co taillées à la lime dans le sens de l'arête du cône. Les sont droites et vives, si l'on doit les faire agir par un ment de rotation alternatif; mais elles sont en roch mouvement de rotation qu'on leur imprime doit être

FREIN (*Arts mécaniques*). Le *frein* est un obstacle opposé au mouvement d'une machine, afin de l'empê marcher et la forcer de s'arrêter. Il suffit d'augmenter sion jusqu'à ce que le frottement fasse équilibre à la fo trice. Tels sont les freins d'ENRAYURE des roues de voiture qui arrête le mouvement d'un MOULIN à blé, et autres chacun à leur article spécial. Nous ne parlerons ici que de M. de Prony pour mesurer la force d'un arbre tourn son *effet utile*, c'est-à-dire le nombre de DYNAMIES effecti elle dispose. (*V.* le mot FORCE, p. 385.)

Le cercle (fig. 14, pl. 14) représente la coupe d'u horizontal tournant autour de l'axe C, sous l'influenc action motrice quelconque; cet arbre fait partie d'u chine dont on veut connaître l'effet utile. DE, BO est u qui embrasse l'arbre C. En *a* et *a'* sont les têtes des de lons *ab*, *a'b'*; en *b* et *b'* sont des écrous engagés dans de vis, et qu'on serre avec une clef, de manière à ti semble les pièces BO, DE, sous la forme d'un rectang barres DE, BO sont parallèles et égales, de manière à les poids de toutes les pièces, moins le poids M, se fassen rellement équilibre autour de l'axe C, c'est-à-dire que leu de gravité se trouve sur cet axe. Mais sur l'un des bras un poids additionnel M qui tend à faire tourner le frein contraire au mouvement imprimé à l'arbre C.

On suppose que le frein est serré sur l'arbre au degré nécessaire pour que la pression produise un frottement tel que, pendant la rotation de l'arbre, les branches BO, DE du frein restent en repos et horizontales, soutenant ainsi le poids M à une hauteur constante. Un ouvrier, armé d'une clef, avec laquelle il attaque l'un des écrous *b*, *b'*, peut, sans beaucoup d'adresse, serrer ou desserrer le frein jusqu'à ce qu'il arrive à obtenir l'état supposé de repos du poids M soutenu par le seul frottement du frein sur l'arbre tournant. Comme la rotation peut être fort rapide, il convient de garnir la surface du frein qui pose sur l'arbre avec des lames de tôle ou de cuivre, pour prévenir les effets de l'échauffement des matières en contact.

Cet état d'équilibre du poids M une fois obtenu, il est facile d'en tirer l'effet dynamique de la machine, c'est-à-dire le nombre Q de dynamies dont elle est capable, savoir combien de litres d'eau elle peut élever à un mètre de hauteur en une seconde, une minute, ou une heure. En effet, soit P le poids du corps M; R la distance de l'axe C de l'arbre à la verticale menée par le centre de gravité de M; r le rayon de l'arbre C. Exprimons par des équations les conditions d'équilibre supposé entre le frottement et le poids P. Prenons les momens de toutes les forces relativement à l'axe C, et observons que les parties du frein ont la somme de leurs momens nulle, relativement à C qui contient leur centre de gravité. Il n'y a, d'une part, que le poids P dont le moment est PR, et de l'autre, que le frottement exercé à la surface de l'arbre, frottement dont la résistance soutient ce poids en repos. Chaque élément en contact éprouve une pression qui produit sa portion de résistance tangente à l'arbre; et comme les distances de ces résistances à l'axe C sont toutes égales au rayon r de l'arbre, la somme des momens est r fois la somme des frottemens sur les divers élémens, savoir Fr, en désignant par F le frottement total : d'où résulte l'équation $PR=Fr$.

Cela posé, concevons qu'on ait observé que, durant t unités de temps, l'arbre fait n de tours; dans chaque unité, il en aura décrit un nombre de tours $=\frac{n}{t}$; le chemin i parcouru

dans cette durée par un point de contact du frein, est un égal nombre de circonférences de rayon r, ou $i = \frac{2\pi rn}{t}$: tel est l'espace i parcouru par chaque élément frottant, *dans le temps un*. Or, la machine produit Q dynamies dans cette durée; ce qui revient à dire qu'on peut considérer la force dépensée comme capable indifféremment ou d'élever Q kilogrammes à 1 mètre, ou de soutenir le poids P par la force F du frottement, telle que l'équation ci-dessus la définit. Ce poids P est remonté par la force F, d'autant qu'il serait tombé sans lui. Chaque élément de contact développe sa part de résistance en parcourant le même espace i; ainsi, l'effet total Q étant produit par la force F, lui est identique, et est visiblement égal à l'espace i multiplié par la somme de toutes les résistances, ou par F, savoir, $Q = Fi = \frac{2\pi rnF}{t}$. En substituant ici PR à sa valeur rF, on trouve cette équation, où tout ce qui tient à la considération du frottement a disparu

$$Qt = 2\pi n PR.$$

Si le poids P est rapporté au kilogramme, R au mètre, Q sera le nombre de dynamies ou kilog. que la machine doit élever d'un mètre dans la durée prise pour unité du temps t. On a $\pi = 3,1416$.

Supposons, par exemple, que l'arbre fasse 18 révolutions dans une minute, et que le frein garde la position horizontale lorsqu'un poids de 70 kilogrammes est placé à $2^m,214$ de l'axe de rotation; on a $t=1$, $n=18$, $P=70$, $R=2,214$: le calcul donne $a=17528$. Ainsi, l'effet dynamique de la machine équivaut à élever 17528 kilogrammes à un mètre de hauteur en une minute (ou $17\frac{1}{2}$ grandes dynamies.)

FRETTE. Cercle de fer qui sert de lien à un morceau de bois pour l'empêcher de se fendre. Les moyeux des roues de voiture sont frettés par leurs deux bouts, et encore sur le gros bouge, pour que l'enrayure ne les fasse pas fendre. Ces frettes sont de fer doux; celles des extrémités du moyeu du côté de l'S

le débordent, et forment une espèce de creux, dans lequel se trouve l'écrou. E. M.

FROID ARTIFICIEL. Les moyens mis en usage pour obtenir un froid artificiel sont, ou la prompte liquéfaction de quelque corps solide, ou la gazéification instantanée des liquides, ou bien encore la simple dilatation d'un gaz; mais c'est à la première des méthodes qu'on a presque toujours recours, comme étant et la plus facile à exécuter et la moins dispendieuse. En général, ce sont des sels très solubles qu'on mélange avec de l'eau ou des acides, ou de la neige, suivant qu'on veut produire des abaissemens de température plus ou moins considérables.

Il est indispensable de prendre de préférence des vases peu conducteurs du calorique pour contenir les mélanges, et faire choi, au contraire, des meilleurs conducteurs pour renfermer les corps qu'on veut refroidir, s'ils ne peuvent être mis en contact immédiat avec les mélanges eux-mêmes.

Une autre observation générale, c'est de partir de la température la plus basse possible. Ainsi, il faut exposer d'abord, pendant un temps suffisant, les vases et les matières premières dans l'endroit le plus frais qu'on puisse se procurer; et, s'il est nécessaire d'obtenir une température très basse, on n'y réussira qu'en faisant un premier mélange pour refroidir les matières destinées à un deuxième, et de même pour un troisième, un quatrième, etc., etc. On conçoit qu'à l'aide de ces mélanges successifs, on peut, pour ainsi dire, arriver à tel degré de froid qu'on voudra, pourvu qu'on ait assez de provision à sa disposition.

TABLE
DES MÉLANGES FRIGORIFIQUES.

Mélanges d'eau et de sels.

	Parties.	Abaissement au thermomètre centigrade.	Différence ou froid produit
Eau	16	de + 10° à — 12°	22°
Nitrate de potasse	5		
Hydrochlorate d'ammoniaque	5		
Eau	16	de + 10° à — 16°	26°
Hydrochlorate d'ammoniaque	5		
Nitrate de potasse	5		
Sulfate de soude	8		
Eau	1	de + 10° à — 16°	26°
Nitrate d'ammoniaque	1		
Eau	1	de + 10° à — 19°	29°
Nitrate d'ammoniaque	1		
Sous-carbonate de soude	1		
Eau (1)	4		15°
Muriate de potasse	57		
Muriate d'ammoniaque	32		
Nitrate de potasse	10		

Mélanges de glaces et de sels.

Neige ou glace pilée	2		20°
Chlorure du sodium	1		
Neige ou glace pilée	5		24°
Chlorure de sodium	2		
Hydrochlorate d'ammoniaque	1		

(1) Ces proportions ont été données par M. Vauquelin, d'après l'analyse q[u'il] a faite d'une mixture saline employée depuis quelques années en Anglet[erre] pour rafraîchir les boissons.

	Parties.		Abaissement au thermomètre centigrade.	Différence ou froid produit.
e pilée.........	24			
dium..........	10		....	28°
d'ammoniaque...	5			
tasse..........	5			
e pilée.........	12			
dium..........	5		....	31°
oniaque........	5			

Mélanges de sels et d'acides étendus d'eau.

de (1).........	3	de + 10° à — 19°	29°
étendu........	2		
de.............	6		
d'ammoniaque...	4	de + 10° à — 23°	33°
asse...........	2		
étendu........	4		
de............	6		
oniaque........	5	de + 10° à — 26°	36°
étendu........	4		
soude..........	9	de + 10° à — 29°	39°
étendu........	4		
de.............	20 (2)	de + 10° à — 8,15	18,15
ue à 36° (2).....	16		
de...........	22 (2)	de + 10° à — 8°	18°
à 33°.........	17		

aussi, comme nous l'avons déja observé, obtenir

---

doivent être privés, autant que possible, de toute humidité ; mais il est essentiel de leur conserver l'eau de cristallisation qui .

ux mélanges ont été indiqués par M. Decourdemanche (Journal , décembre 1825); ils les a employés avec beaucoup d'avantages a congélation d'une assez grande quantité d'eau, et à peu de

des abaissemens de température assez considérables au moyen de l'évaporation des liquides; mais tous ne sont pas également susceptibles de donner un même degré d'intensité de froid, et on prévoit que les plus vaporisables d'entre eux, c'est-à-dire ceux qui jouissent d'un plus grand degré de tension, sont aussi ceux qui sont susceptibles de donner le plus de froid, puisque, toutes choses égales d'ailleurs, ils aborbent plus de chaleur dans un temps donné. On sait en outre qu'à même température, la quantité de vapeurs formées est toujours proportionnelle à l'espace donné; ainsi l'évaporation est d'autant plus favorisée que l'espace qui environne le liquide se trouve plus étendu. Cependant, comme les particules gazeuses s'opposent mécaniquement à l'émission de la vapeur, on trouve de l'avantage à circonscrire l'espace et à la purger d'air.

C'est par une heureuse combinaison de toutes ces données que M. Leslie est parvenu à rendre la congélation de l'eau une opération facile, et pour ainsi dire banale. Son appareil est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'en donner ici la description détaillée. J'ajouterai seulement qu'on peut substituer à l'acide sulfurique, comme l'a indiqué M. Leslie lui-même, tout autre corps susceptible d'absorber promptement la vapeur d'eau : tels sont le trapp porphyrique en décomposition, pulvérisé et bien sec; la terre des jardins, tamisée et séchée au four; les fécules desséchées, etc.

L'acide sulfureux liquide et anhydre, découvert en 1824 par M. Bussy, jouit d'un si grand degré de tension que le froid produit par son évaporation, même à l'air libre, est d'une telle intensité, que cet habile chimiste est parvenu, à l'aide de ce moyen, à congeler la plupart des fluides élastiques, regardés jusqu'alors comme incoërcibles, et sans cependant avoir recours à aucune pression. Ainsi, il suffit de faire passer un courant du gaz qu'on veut condenser au travers d'une boule à deux pointes située horizontalement; on enveloppe cette boule avec du coton; puis on instille à sa surface un filet continu d'acide sulfureux, dont on peut accélérer l'évaporation au moyen d'un soufflet ordinaire.

Enfin les gaz, en se dilatant, donnent également un degré de froid relatif à la différence de pression qu'on leur fait subir. M. Gay-Lussac a rendu cet effet très sensible au moyen d'une petite machine de compression, dans laquelle il foule de l'air ordinaire à une pression de trois ou quatre atmosphères. Cette machine est munie d'un tube très court, auquel est adapté un robinet destiné à l'évacuation de l'air intérieur. A très peu de distance de l'orifice du robinet on place une boule de verre très mince, et on aperçoit presque aussitôt une couche de glace sur le côté de la boule qui se trouve soumis au courant. Cette glace provient de l'eau hygrométrique qui se congèle à mesure que l'air comprimé reprend son volume primitif. R.

FROMAGE. La substance caséeuse du lait, le *caséum* ou fromage, considéré sous le point de vue chimique, est un principe immédiat dont les propriétés les plus caractéristiques sont d'être d'un blanc mat dans son état frais, de devenir demi-transparent et légèrement citrin par la dessiccation, de n'avoir ni odeur ni saveur bien tranchée, de se dissoudre dans les alcalis et d'en être précipité par les acides. Que le fromage provienne du lait de tel ou tel animal, que cet animal ait été soumis à tel ou tel régime, il est pour le chimiste un corps toujours identique, alors qu'il a été débarrassé de toutes les substances qui lui sont étrangères; mais ce n'est pas sous ce point de vue chimique que nous nous proposons de l'envisager ici, nous ne l'étudierons que comme substance alimentaire.

Les fromages dont l'usage est le plus répandu sont ceux de *Gruyère*, de *Parmésan*, de *Hollande*, de *Roquefort* et de *Brie*.

La fabrication du fromage de Gruyère se fait de la manière suivante, d'après M. Bonvié : On fait traire les vaches vers les trois ou quatre heures du soir; on porte le lait dans des baquets construits en bois de sapin; on les place l'un à côté de l'autre dans la laiterie, sur des tablettes dont elle est garnie dans tout son pourtour. Pour remplir les baquets, on a l'attention de verser doucement le lait, afin d'exciter le moins de mousse possible; et, pendant que ce lait est encore chaud, on enlève cette mousse autant que faire se peut, parce qu'on a remarqué qu'elle nuisait

à l'ascension de la crême. Ce dépôt reste ainsi jusqu'au lendemain matin, et c'est ce qu'on appelle le *premier lait*.

Le lendemain, vers les six heures du matin, on trait de nouveau les vaches, et le lait de cette traite est immédiatement filtré à travers un entonnoir garni d'un bouchon de paille vers son orifice inférieur, et tombe de là dans une chaudière. Lorsque tout le lait a été réuni dans ce vase, on va à la laiterie chercher celui de la veille. Avant de l'enlever, on l'examine pour voir s'il est gras, et, dans ce cas, on l'écrême. Si l'on trouve, au contraire, que le lait n'est point assez gras, alors on laisse deux ou trois baquets, suivant le nombre que l'on en a, sans les écrémer. La quantité ou l'épaisseur de la crême venue à la surface indique la qualité du lait. Cette opération une fois achevée, on enlève le lait, on le verse dans la chaudière en le mêlant avec celui de la traite du matin.

Ce mélange étant fini et la chaudière remplie, on la place sur un bon feu clair, et on laissse chauffer jusqu'à ce que tout ce liquide ait atteint un degré de chaleur égal à celui du lait lorsqu'il sort de la mamelle, environ 25° centigrades; alors on retire la chaudière de dessus le feu, et l'on met toute la masse en présure pour le caillage. Cette opération n'est pas la moins difficile de la manipulation; et, pour ne pas la manquer, on fait un essai préliminaire sur quelques cuillerées de lait. Lorsque ce mélange caille promptement, et que par l'agitation il se remet en lait, alors on a la certitude du succès, et l'on procède au caillage.

Dans une chaudière remplie de la quantité de lait nécessaire pour faire un fromage de 30 kilogrammes, on délaie deux litres de présure (1), on mêle le tout très exactement, et on laisse ainsi la masse se prendre; ce qui dure environ demi-heure ou

(1) La présure dont se sert M. Bonvié est préparée de la manière suivante: On prend une certaine quantité de petit-lait qui reste après que la matière caséeuse a été retirée de la chaudière, on y ajoute un peu d'eau, et on les fait bouillir; d'autre part, on a du petit-lait aigre, conservé à cet effet dans un petit

quarts d'heure, selon la température du lieu où l'on opère. quelques cantons on ne chauffe pas le lait avant de le coa- mais alors on emploie une présure plus forte. Toutefois, e l'on juge que le lait est caillé suffisamment, on le coupe sieurs sens, à l'aide d'une grande lame de bois, et de ma- ·le réduire en grumeaux de la grosseur d'une fève. Lors- sont parvenus à peu près tous au même volume, on com- à travailler la masse entière en la remuant constamment n bâton armé de petites broches qui le traversent de dis- n distance. Ce travail dure environ dix minutes. On re- chaudière sur un feu très modéré, et que l'on soutient . ce que toute la masse ait acquis une température d'en- o° centigrades; et pendant tout ce temps on a continué uer avec le bâton agitateur. Il arrive parfois qu'on est de dépasser le degré de chaleur que nous avons indiqué; vié prétend que cela est surtout nécessaire lorsque les va- nt mangé de l'herbe nouvelle ou de la seconde herbe lement crue après la première fanaison. Toutefois, on ue la pâte est assez cuite lorsque les grumeaux qui na- ns le petit-lait ont pris une consistance un peu ferme, font ressort sous les doigts, et qu'ils ont acquis un coup unâtre.

nd on a travaillé ainsi la masse pendant tout le temps né- e et à la température convenable, on retire la chaudière sus le feu, sans pour cela cesser d'agiter, ce qui dure en-

---

où il fermente. On en prend une quantité égale à celle de l'eau que ise précédemment dans la chaudière; on laisse sur le feu, et, dans cet petit-lait se clarifie et se débarrasse d'une certaine quantité de matière qu'il avait conservée, et qu'on appelle *braote*. On enlève cette portion ire, et l'on soutient toujours le feu jusqu'à ce que la main ait de la n supporter la chaleur; alors on ajoute une caillette de veau, dans la- a introduit une petite poignée de sel; on laisse refroidir, et cette rme la présure. On en prépare environ 6 litres à la fois, et on la re- à mesure du besoin.

viron trois quarts d'heure pour atteindre le point où la masse[illegible] agglomérée et a acquis une sorte d'élasticité, ce que l'on [illegible] naît en pressant le grain entre les doigts : alors l'ouvrier [illegible] en dessous de toute la masse, et dans la chaudière même, [illegible] étamine faite de toile claire; il enlève cette masse et la [illegible] sous la presse. Là, il la met dans un cercle de bois de sapin [illegible] porte sur un plateau, puis il la recouvre d'un autre plateau, [illegible] il abat la presse dessus. Quand il juge que le fromage est [illegible] rement dépouillé de son petit-lait, il serre la presse, et la [illegible] en cet état pendant vingt-quatre heures. Après ce temps, le [illegible] mage est confectionné, et il a acquis la forme qu'il doit con[illegible] ver. On le retire et on le porte à la cave sur des tablettes qui sont disposées à cet effet; ensuite on procède à la salaison.

Le fromage étant placé sur les tablettes, on prend du sel [illegible] que l'on a écrasé, on le met dans un tamis, et l'on agite le [illegible] au dessus pour y répandre le sel; on retourne le fromage, et l'[illegible] fait la même chose sur l'autre surface. Tous les jours on réit[illegible] cette opération pendant l'espace de quatre à cinq mois, et chaque fois, avant de répandre de nouveau sel, on a soin d'essuyer c[illegible] de la veille et de l'enlever, et il faut avoir soin également de [illegible] toyer les tablettes sur lesquelles reposent les fromages. C'est sur[illegible] tout pendant les chaleurs de l'été que ces salaisons doivent ê[illegible] plus fréquentes, si l'on veut arrêter les progrès de la fermenta[illegible] tion, qui passerait bientôt à la putridité.

Dans la plupart des fromageries, on retire encore une certai[illegible] quantité de matière caséeuse, en soumettant le petit-lait à u[illegible] sorte de clarification. Ainsi, on met ce petit-lait sur le feu, on [illegible] pousse jusqu'à ébullition, et l'on y ajoute une petite propor[illegible] du petit-lait aigri, qui sert à délayer la présure, puis on ca[illegible] l'ébullition en versant dans la chaudière, et à diverses repris[illegible] du petit-lait froid. Alors on voit de toutes parts nager de peti[illegible] masses de caséum, qui se réunissent à la surface, et qu'on p[illegible] enlever à l'écumoire : c'est ce qu'on nomme la *brocotte* ou *br*[illegible] dans les Vosges, la *ricotta* en Italie. Dans l'état frais, cette su[illegible] stance forme la base de la nourriture des vaches, et l'on en pr[illegible]

..e aussi des fromages de qualités inférieures, qui se consom..nt dans le pays.

..e fromage connu sous le nom de *Lodésan* ou de *Parmésan*, se ..pare par un procédé d'une identité presque complète avec le ..cédent. Dans l'un et l'autre cas, c'est un lait caillé à la manière ..naire, dont le coagulum, divisé autant que possible, est en..e soumis à un degré de cuisson convenable, puis rapproché ..omprimé dans des moules. Mais, ce qui tient sans doute à un ..ré de cuisson plus avancé, la pâte du fromage de Parmésan ..èche et grenue, tandis que celle du Gruyère est unie, com..te et serrée.

..e fromage de Hollande est, sans contredit, après le Gruyère ..e Parmésan, celui dont il se consomme davantage. Sa fabri..on est essentiellement différente; car non seulement il se fait ..oid, mais, comme pour le Sept-Moncel et nos fromages d'Au..gne, on fait cailler le lait alors qu'il est encore pourvu de ..te sa crême.

..orsqu'on a obtenu le caillé par le procédé ordinaire, et qu'on ..ien malaxé et réuni en une seule masse, on le met dans une ..e de passoire où on le comprime fortement; il s'en égoutte ..re beaucoup de petit-lait et une certaine quantité de crême ..malgré tout le soin qu'on a pu prendre de bien mélanger la .., n'y est pas uniformément répandue; elle y est distribuée .. veines. On continue toujours de pétrir le caillé, et, lorsqu'on ..e suffisamment égoutté, on le met à mesure dans des cylin.. creux dont le fond est concave et percé de quatre trous. Aus..que cette espèce de moule en est rempli, on place sur le caillé ..tassé un couvercle d'un diamètre un peu plus petit que le ..dre, afin qu'il puisse y entrer, et on pose tout cet appareil ..e table munie d'une rigole tout autour; on met sur le cou..e du moule une planche portée sur trois montans et chargée ..erres. Lorsque le pain a acquis une certaine consistance, on ..e de la forme, on le retourne, on lui fait subir une nouvelle ..ion. Enfin, lorsque la masse est devenue plus homogène, ..'en découle ni petit-lait ni crême, on retire le pain et on

l'enveloppe dans une toile claire, qu'on enroule tout autour de la surface cylindrique. Le pain ainsi enveloppé est porté sous une forte presse, où on le comprime graduellement et jusqu'à ce que la pâte ne présente plus d'interstices et devienne bien homogène, ce qui exige environ huit ou dix heures d'une pression soutenue. Après ce temps, on retire le fromage de la toile et on l'immerge dans une eau légèrement salée. La pâte encore humide s'imbibe d'une petite quantité de sel qui lui donne plus de consistance, et contribue puissamment à sa conservation. Quelques heures après on les retire de l'eau salée pour les déposer dans des formes plus petites que les premières, et percées d'un trou seulement au milieu du fond concave. On recouvre la surface supérieure d'une couche de sel blanc bien pur, qui se dissout peu à peu par l'humidité du fromage, pénètre en partie dans son intérieur, et une autre portion découle sur les côtés et vient baigner la surface cylindrique. Au bout de quelque temps on retourne le fromage et on réitère la salaison sur l'autre base.

Lorsqu'on juge que la salaison est achevée, on les met de nouveau à tremper dans de l'eau, non seulement pour enlever l'excès de sel qui est à la surface, mais encore une croûte blanchâtre et butyreuse qui s'y est formée. Après cinq à six heures d'immersion, on les retire de l'eau, on les lave avec du petit-lait, et en les raclant, on parvient à les dépouiller entièrement de la croûte qui les recouvre. Enfin, lorsqu'ils sont ainsi nettoyés, on les dépose dans un magasin frais, sur des tablettes fort propres, et on a soin de les retourner souvent; là, ils acquièrent une couleur d'un beau jaune, et c'est alors qu'on les livre au commerce.

Il est inutile d'observer que dans les fromageries de Hollande, comme dans toutes les autres, on tire parti des différens produits de la fabrication; ainsi après avoir retiré du petit-lait toute la matière caséeuse qu'il peut retenir, on l'emploie pour la nourriture des bestiaux, et on se sert de la crême pour obtenir le beurre, etc.

Ce dernier procédé se rapproche beaucoup de celui qu'on suit en Auvergne; mais les produits obtenus dans ce pays sont généralement inférieurs.

Le fromage de Roquefort, l'un des plus anciennement con-
s, est très estimé et extrêmement recherché des gourmets. Il
n effet une saveur fraîche, un goût fin et délicat, qui lui font
riter sa grande réputation; mais sa difficile conservation ne
met guère de le comprendre dans les approvisionnemens de
gue durée. Ses bonnes qualités semblent dépendre plutôt de
pèce de lait avec lequel on le fabrique que du procédé parti-
ier qu'on emploie pour le faire.

Tous devons à M. Chaptal une description complète de cette
rication. Elle se trouve insérée dans le T. IV des Annales
Chimie; nous y puiserons les principales données que nous
ons exposer.

Cette espèce de fromage se fabrique avec du lait de chèvre et
tout de brebis, et c'est depuis le mois de juin jusqu'à la fin de
ptembre qu'on obtient la meilleure qualité, parce qu'à cette
que ces animaux sont nourris des excellens pâturages du
rzac. On prétend que le lait de chèvre communique plus de
ncheur à la pâte, et que celui de brebis lui donne plus de
sistance et une meilleure saveur.

Assez ordinairement on réunit le lait des deux traites du ma-
et du soir, et on y délaie comme à l'ordinaire la quantité de
ure voulue : une cuillerée pour cent livres de lait suffit. La
gulation s'opère en moins de deux heures; et aussitôt après
brasse fortement le caillé, on le pétrit, on l'exprime avec
ce, et il en résulte une pâte qu'on laisse reposer : puis on in-
e le vase pour laisser écouler le petit-lait qui surnage. On
ce ensuite la masse de caillé, qui s'est reprise de nouveau,
s une éclisse perforée à son fond; on l'y pétrit une seconde fois
n le surcharge de poids, afin de le mieux dessécher par une
sion constante. On le retourne de temps à autre et dans dif-
s sens, pour que toute la masse s'égoutte également.
que les fromages paraissent avoir rendu tout leur petit-lait,
qui a lieu ordinairement au bout de douze heures de pres-
, on les porte au séchoir après en avoir essuyé la surface avec
linge; là, on les place sur des tablettes les uns à côté des
res, on les remue et on les retourne de temps en temps, et

on les essuie soigneusement pour qu'ils se dessèchent sur le chantier. Assez ordinairement on entoure les fromages d'une ceinture de grosse toile, afin d'éviter qu'ils puissent se gercer en séchant. Cette opération dure rarement plus de quinze jours dans la belle saison, parce qu'elle a habituellement lieu dans une chambre ou cavière très aérée.

Aussitôt qu'on juge le fromage suffisamment desséché, et qu'on en a réuni un assez grand nombre pour compléter un chargement, on le transporte à dos de mulet jusque dans les entrepôts de Roquefort, village situé dans le Rouergue, pour être vendu à des propriétaires qui en achèvent la confection dans des caves qui paraissent très convenablement situées pour cet objet. Elles sont adossées contre un rocher calcaire : quelques-unes sont même placées dans les crevasses ou grottes qui y sont naturellement ou artificiellement pratiquées. La grandeur de ces caves n'est pas considérable ; il en est même d'assez petites. On aperçoit, dans la plupart, des fentes de rochers par où s'introduit un courant d'air frais qui y maintient une température très basse. M. Chaptal a vu qu'un bon thermomètre, qui, au mois d'août, marquait 23° en plein air, descendait jusqu'à 4° au-dessus de zéro dans une de ces caves. On trouve aussi des caves semblables dans plusieurs villages des environs de Roquefort, et particulièrement à Cornus, à Fondamente, à Saint-B..., à Alric et à Cotte-Rouge, près la Bastide.

L'intérieur de ces espèces de souterrains est presque toujours distribué de la même manière. Leur hauteur est partagée par des planchers en plusieurs étages ; le premier est de niveau avec le seuil de la porte, et au dessous il se trouve une excavation qui peut avoir 8 ou 9 pieds de profondeur ; le second plancher est établi à environ 8 pieds au dessus : on y monte par une échelle. Autour de chacun de ces étages sont disposés plusieurs rangs de tablettes qui ont environ 4 pieds de largeur, et qui sont distantes les unes des autres de 3 pieds.

Lorsque les fromages ont été triés et classés suivant la qualité qu'on leur a reconnue, on leur fait subir immédiatement de nouvelles préparations, et on commence d'abord par imprég...

de leur surfaces de sel broyé; vingt-quatre heures après, on retourne et on les sale sur l'autre face. Au bout de deux jours les frotte tout autour avec un morceau de grosse toile ou de ap, puis le lendemain on les racle fortement avec un couteau. utes ces raclures sont réunies en forme de boules, pour être ndues à très bas prix et consommées dans le pays.

La salaison une fois achevée, on empile les fromages au nom de dix à douze, et on les maintient ainsi pendant l'espace de nze jours environ. Dans ce second travail, le fromage acert de la fermeté et de la consistance, et il commence à se vrir d'une moisissure blanche fort épaisse et d'une sorte d'efscence granulaire. On enlève de nouveau toutes ces producns à l'aide du couteau, et on les replace sur les tablettes. réitère ainsi cette même manœuvre tous les quinze jours, et me plus souvent, pendant l'espace de deux mois. La croûte se forme dans chaque intervalle est successivement blanche, âtre et rougeâtre; c'est à cette dernière nuance qu'on remaît qu'ils ont suffisamment séjourné dans les caves, et qu'ils en état d'être livrés aux consommateurs.

, comme dans les cas précédens, la fabrication roule sur les mes bases et diffère dans ses résultats; mais, comme nous ns déja observé, ces différences ne proviennent pas seulet des modifications apportées dans les manipulations, mais encore, et peut-être principalement, de l'espèce et de la lité du lait employé. Cependant il est à remarquer que l'épo à laquelle on procède à la salaison et la manière dont la fertation est gouvernée doivent nécessairement avoir une ince notable sur les produits. Ici on ne sale le fromage qu'a lui avoir fait éprouver une forte dessiccation; et dès lors il a qu'une petite quantité à pouvoir pénétrer d'abord; mais que le sel à petites doses, au lieu d'être un condiment, lui-même un ferment assez actif. La matière caséeuse uverait donc bien évidemment une réaction très énergique conduirait nécessairement à la putridité, si cette réaction modérée dans sa marche et modifiée dans ses résultats par mpérature très basse à laquelle on maintient les fromages de

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] les variétés de froment est très grand. [illegible] de rustiques, d'autres [illegible] barres, [illegible] à grains roux ou blancs, tendres, durs, etc. C'est un usage assez général de ne pas semer dans une terre le blé qu'on a récolté dans la même ferme;

pendant les expériences les mieux dirigées ont constaté que le grain n'éprouve aucune dégénérescence lorsqu'on s'écarte de cette pratique.

On a coutume de semer le blé qu'on vient de récolter : cependant, lorsque l'année n'a pas été bonne et que le froment n'a pas bien réussi, on se décide alors à semer le grain de l'année précédente. Il est tout aussi bon de semer le vieux blé que le nouveau; seulement alors on force un peu la dose, pour compenser les pertes causées par les insectes ou la pourriture qui peut avoir attaqué les germes.

Les labours et les engrais qu'on donne au sol pour y semer le froment diffèrent selon les lieux, la position du terrain, le mode d'assolement, etc. Il faut quatre et même cinq labours aux sols les plus argileux, outre les hersages, roulages, etc., afin de diviser parfaitement la terre; les sols légers n'en exigent que deux, l'un aussitôt après la moisson, l'autre environ quinze jours avant de semer, et après avoir répandu le fumier que ce dernier labour enterre.

La graine doit être bien criblée pour la dégager de toute semence étrangère; on la *chaule* pour la préserver de la carie. Les blés dits d'automne ou d'hiver sont semés en septembre, octobre et novembre; la variété qu'on appelle blé de mars se sème aussitôt après la fin des froids; le blé d'hiver est souvent plus vigoureux; ce froment *talle* davantage et est plus productif.

La quantité de semence varie avec la qualité du grain, la nature des lieux et les saisons : on sème plus dru près de l'hiver, pour subvenir aux pertes que les gelées font éprouver; les grandes pièces de terre exigent moins de semences que les petites, parce que les bords causent moins de déchet. En général on sème trop de grains à la fois, ce qui coûte plus de frais, et donne des blés trop épais et sujets à verser. Moins les tiges sont serrées et plus elles sont vigoureuses. Chaque grain peut rapporter 3 à 4 tiges. Plus la terre est substantielle, et plus la semence talle. C'est à peu près un hectolitre de semence qu'il faut par arpent de Paris (100 perches de 18 pieds), faisant à peu près 80 kilogrammes : un setier fait un arpent et demi (perche de 18 pieds).

Les semis se font *à la volée*. Le sac de blé chaulé est porté s
le champ, et un ouvrier se ceint d'un long tablier de toile nomi
semoir, où il porte une partie du grain. Le bout du tablier
entortillé autour de son bras gauche; et de pas en pas, le lo
de la pièce de terre, il jette une poignée de grain en la lançant
arc de cercle de droite à gauche. Lorsqu'il a fini une ligne, il
vient sur une ligne parallèle; il calcule sa portée, et règle ses p
de manière à embrasser l'espace entier qu'il doit ensemencer,
à distribuer le grain avec le plus d'égalité qu'il peut. On recouv
ensuite le grain avec la HERSE, ou dans de certains pays avec
charrue.

Au printemps il faut sarcler les blés : des femmes parcouren
le champ et en arrachent les herbes parasites qui étoufferaien
le bon grain. On se sert d'un fer tranchant nommé *sarcloir*.

C'est vers le mois d'août ou la fin de juillet que les blés sont mûrs près de Paris; dans le midi de la France, on les coupe dès la fin de juin, à la FAUCILLE ou à la FAUX. Cela dépend du climat et de la saison. Il est bon de ne pas attendre une complète maturité, surtout quand l'exploitation est considérable.

Le froment coupé, on le laisse un jour ou deux sur le champ pour faire sécher les chaumes. On lie les tiges en gerbes avec du bois flexible ou de la paille mouillée; les gerbes sont assemblées en tas de dix qu'on nomme des *diziots*. Ensuite on rentre le tout en grange, on bat (*V.* FLÉAU) le grain pour le détacher de la tige, et on le vanne.

L'hectolitre de froment pèse depuis 68 jusqu'à 82 kilogr., selon la qualité; terme moyen, on estime que l'hectare rapporte 21 à 22 hectolitres de blé, ou 7 à 8 hectolitres par arpent de 900 toises carrées (5 setiers de 240 livres); mais ce produit est très variable au gré de mille circonstances. Une mesure de froment en rend 7 à 8 dans les bonnes terres. FR.

FROTTEMENT (*Arts mécaniques*). Action qu'exerce un corps sur un autre lorsque leurs surfaces se touchent et qu'on les fait glisser. On doit se représenter les surfaces comme formées d'une infinité d'éminences et de cavités; les unes s'engagent dans les autres lorsqu'on applique ces surfaces, et le dépla

cement ne peut s'opérer qu'en rompant ou dégageant ces éminences. Les corps polis ne sont pas exempts de ces inégalités; seulement elles sont trop petites pour être sensibles à la vue et au toucher, et les plans les plus unis en apparence se montrent au microscope revêtus d'une multitude d'aspérités dont nous n'avions pas le sentiment, avant de recourir à l'usage de cet instrument, parce que leur ténuité les dérobait à notre vue.

Le premier effet du frottement, surtout lorsqu'il est aidé par la pression, est donc d'abattre les aspérités des surfaces en contact. Les arts tirent parti de ce procédé pour polir les corps. La lime, le tripoli, la ponce, la potée d'étain, etc, agissent par frottement pour user les aspérités.

La connaissance de l'effort qu'il faut employer pour surmonter le frottement, et la manière de tenir compte de cette résistance dans le calcul du mouvement et du repos des machines, est une des recherches les plus importantes de la mécanique.

On distingue deux sortes de frottement, selon que les surfaces glissent ou roulent l'une sur l'autre; et si l'on considère que le frottement est l'effort qu'il faut faire pour dégager les aspérités des surfaces en contact, on concevra comment le glissement exige beaucoup plus de force que la rotation. La roue d'une voiture qui marche, éprouve sur le sol un frottement de seconde espèce; il est de première espèce, quand on a enrayé pour ralentir la marche. De même, pour transporter des fardeaux, on les place sur des rouleaux qui favorisent le mouvement. On garnit les collets sur lesquels tourne un axe, de Galets ou cylindres qui entourent cet axe et tournent avec lui: car le mouvement de l'axe d'une roue dans sa Boite cause un frottement de premier genre; et ces cylindres, parallèles à cet axe, ayant chacun leur axe propre de rotation, et roulant avec la roue, ne produisent plus qu'un glissement imparfait. Comme le frottement par glissement a beaucoup plus d'influence que celui de rotation, il importe surtout d'y avoir égard et d'en mesurer la force: nous allons nous occuper avec soin de ce cas.

Décrivons d'abord l'appareil qui sert à mesurer la force du frottement. Sur une table inébranlable AB, et parfaitement ho-

rizontale (fig. 15, pl. 14), formée de pièces de bois ou de métal, qu'on peut remplacer par d'autres pour varier les parties frottantes, est placé un corps quelconque M. Sur le bord de la table est fixée une poulie C en bois de gaïac, construite avec un tel soin que l'axe n'éprouve presque aucun frottement. On pourra même, si l'on veut, garnir cet axe de cylindres de rotation, comme on l'a déja exposé. Un cordon ou une soie DCQ, passé dans la gorge de la poulie, est dirigé horizontalement en DC, pour éviter les décompositions de forces, et soutient un plateau Q de balance, dans lequel on mettra des poids croissans jusqu'à ce que le corps M entre en mouvemeut, Sans le frottement, cet effet devrait être produit par le moindre effort; il est manifeste que le poids Q dont on devra charger le plateau, sera l'exacte mesure de la force nécessaire pour surmonter le frottement. Voioi les faits que l'usage de cet appareil a mis en évidence, d'après les expériences de Coulomb, Desaguilliers, Amontons, etc.

I. Il ne faut pas confondre le frottement avec l'Adhérence, qui est une action due au contact long-temps prolongé de deux surfaces, aidé par la pression de l'air, ou par quelque liquide interposé. Cette adhérence oppose une assez forte résistance, lorsque les corps sont restés appliqués pendant une longue durée; mais elle est presque insensible quand on a dérangé les parties en contact, ne dépend pas en général, comme le frottement, de la pression exercée, agit dans tous les sens, et croît proportionnellement aux surfaces juxtaposées. L'adhérence exige un *coup de collier* à l'instant où le repos va cesser, et il faut sans doute y avoir égard dans les calculs; mais cette force est de toute autre nature que le frottement, dont l'effet subsiste avec le mouvement, et conserve alors sa faculté de résister au glissement.

II. *Le frottement est indépendant de l'étendue des surfaces.* Les expériences souvent répétées par Amontons, Desaguilliers, Coulomb, etc., ont mis cette vérité hors de doute. On trouve, par exemple, que si le corps M est un parallélipipède à surfaces de même poli, mais d'étendues très inégales, que l'une n'ait, par exemple, que le cinquième de l'autre, le poids Q, capable de lui imprimer un mouvement naissant, sera le même, quelle que soit

. grandeur de la surface de friction. On pourra même charger e corps de poids quelconques, et sans doute il faudra des poids Q ifférens pour surmonter le frottement, ainsi qu'il va être dit; nais ces poids Q seront les mêmes pour une égale pression, quand n changera l'étendue de la surface frottante du corps M.

On se rend assez bien raison de cette circonstance en considérant que le frottement est la force destinée à dégager les inégalités des surfaces qui se touchent; car il est bien vrai qu'on aura un plus grand nombre de ces aspérités à rompre ou à soulever quand la surface sera plus étendue; mais en même temps chaque point de contact sera d'autant moins chargé et exigera précisément moins de force pour être dégagé : en sorte qu'on aura d'une part un plus grand nombre de résistances à surmonter, mais que de l'autre ces résistances seront moindres, et la compensation qui s'établit n'offre plus rien de surprenant.

III. *Le frottement est proportionnel à la pression*, *toutes circonstances égales d'ailleurs*. L'expérience a montré que si l'on fait croître le poids frottant M, fig. 15, pl. 14, en le chargeant de plus en plus, il faut aussi, pour faire naître le mouvement, augmenter dans le même rapport le poids Q qui l'y détermine. S'il fallait, par exemple, un kilogramme, il en faudra 2, 3...., lorsqu'on aura rendu le poids M double, triple, etc. Cette propriété, qui pourtant ne subsiste plus quand les pressions sont très petites, est le fondement de tous les calculs où l'on veut faire entrer en considération le frottement dans les machines : on l'exprime par une équation fort simple. Soit f le poids qui fait naître le mouvement pour le poids *un*, fM sera la force qui produira cet effet, ou le frottement Q pour M unités de poids; savoir :

$$Q = fM.$$

Il faut donc se représenter le frottement Q comme une *force passive*, c'est-à-dire opposante au mouvement, et par conséquent favorable à l'équilibre, constamment dirigée selon la tangente à la surface de contact (perpendiculaire à la pression), et dont l'intensité fM est proportionnelle à la pression M.

Quant à la valeur de la constante f, elle dépend de l'état des

surfaces frottantes ; et selon que ces surfaces sont lisses ou rudes, graissées, humides ou sèches, etc., f prend des valeurs différentes. On suppose ordinairement, et comme terme moyen entre les résultats le plus ordinairement obtenus, que $f = \frac{1}{3}$, ou $Q = \frac{1}{3}M$, savoir : *le frottement est le tiers de la pression*. Il résulte des expériences de M. Morin que, quand les surfaces sont graissées, f est entre 0,07 et 0,08, et qu'il est $= 0,1$ lorsque du bois ou un métal glisse sur un métal ou sur du bois avec enduit de suif. Il est le même, contre l'opinion reçue, lorsqu'on fait frotter deux métaux de même espèce ou d'espèces différentes.

Il n'est donc pas vrai que deux métaux semblables frottent plus l'un contre l'autre que deux métaux différens, et qu'il convienne plutôt de faire frotter du fer contre du cuivre, que du fer contre du fer, du moins si l'on veut ménager la force et les machines. Il ne faut pas oublier que la valeur de f n'est constante que pour des surfaces dans un état donné : changez cet état, et f prendra une valeur différente, qui se conservera la même pour toutes les pressions exercées sur ces mêmes surfaces. Le frottement peut donc varier de la moitié, au tiers, au quart et même au douzième de la pression.

Lorsqu'on veut calculer les effets d'une machine, en ayant égard au frottement, il faut donc chercher d'abord la valeur du coefficient f, pour les circonstances proposées. A cet effet, on fera fabriquer deux plans de contact de même matière et d'un même poli que celles qui doivent frotter dans la machine, et on mettra ces surfaces en contact dans l'appareil, fig. 15, l'une sur le plan immobile, l'autre sous le traîneau M. Le quotient du poids Q qui fera naître le mouvement dans un poids quelconque M, divisé par ce poids M, sera la valeur qu'il faudra adopter pour la constante f.

IV. On peut encore trouver la valeur f, en se servant d'un plan incliné, fig. 16. AB est un plan assemblé à charnière en A avec un plan horizontal AC, afin de pouvoir faire varier à volonté l'angle d'inclinaison A : cet angle est mesuré ou par un arc de cercle gradué CD, ou à l'aide d'une échelle BC qui donne la hauteur du sommet B au dessus de la base AC ; car AB est le

rayon, et BC le sinus de l'angle A; ainsi, pour une longueur constante et connue AB, la hauteur BC donnera l'inclinaison A.

Cela posé, qu'on mette sur le plan AB un poids quelconque M, et qu'on fasse croître peu à peu et sans secousse l'angle A, jusqu'à ce que le poids M commence à descendre. Sans le frottement, la plus légère inclinaison suffirait pour rompre l'équilibre; si le corps M reste en repos sur un plan incliné AB, c'est le frottement qui l'y retient; et on peut considérer ce poids comme retenu en équilibre par cette force de friction, agissant le long du plan, de A en B, pour s'opposer à la chute. Le poids M agit verticalement au centre de gravité *a*, et peut être décomposé en deux forces, l'une *ac* perpendiculairement au plan, l'autre *ad* dans le sens de ce plan. Représentons le poids M par la longueur *ab*, et formons le parallélogramme *cd*; ce poids équivaudra à deux forces représentées par *ac* et *ad* (*V*. page 399) : or, la première *ac* est entièrement détruite par la résistance du plan auquel elle est perpendiculaire; tandis que l'autre *ad*, dans le sens du plan, est réduite à l'état d'équilibre par le frottement, qui lui est égal et contraire. Si donc le plan a reçu l'inclinaison propre à donner au corps M un mouvement naissant, et que ce corps reste en repos sous toute autre inclinaison moindre, la composante *ad* égale à la force du frottement.

Or les triangles *abd*, ABC, sont évidemment semblables, et on a cette proportion, AC : *ab* :: BC : *ad*, ou 1 : M :: sin A : frottement; donc frottement = M sin A. Mais d'un autre côté la pression sur le plan est la composante *ac* qu'on trouve de même = M cos A; le frottement est donc = f M cos A, d'après ce qu'on a déjà dit. Égalant ces deux valeurs, le facteur commun M disparaît, et il reste $f = \frac{\sin A}{\cos A} = \tang A$; c'est-à-dire que le coefficient f est la tangente de l'article A, qu'on nomme, pour cette raison, l'*angle du frottement* : c'est l'inclinaison du plan qui permet au poids de glisser en surmontant le frottement.

Les expériences les plus ordinaires donnent A = 18° 20' dont

la tangente est le tiers du rayon, savoir $f = \frac{1}{3}$, comme on l'a déjà trouvé ci-devant.

V. Le frottement a donc pour résultat d'user le corps qu'on fait glisser, et d'affaiblir en pure perte les forces actives du système, en employant une portion plus ou moins considérable de leur intensité à déterminer le mouvement : il est donc une cause de destruction des machines et d'anéantissement des forces; mais cet obstacle peut être quelquefois très utile. Sans le frottement, nous ne pourrions saisir les corps, qui glisseraient sans cesse de nos mains et de nos instrumens; nous ne pourrions travailler les substances, marcher que sur un sol exactement de niveau, poser en repos les poids sur les tables qui ne sont jamais tout-à-fait horizontales, etc. Les énormes pressions exercées par le coin et la vis produisent des frottemens qu'on emploie fréquemment dans les arts pour s'opposer au déplacement des corps. Enfin il ne faut pas oublier que si le frottement nuit à la puissance qui veut produire le mouvement, il aide au contraire celle qui est destinée à réduire un corps au repos.

Pour obtenir les conditions d'équilibre ou de mouvement d'une machine, il faut donc, outre les forces actives qui y sont employées actuellement, considérer celle qui naît du frottement, laquelle est censée connue en grandeur et en direction; en effet, cette force est tangente aux surfaces en contact, dirigée en sens contraire du mouvement, et égale au produit f M de la pression M, par un coefficient constant f qu'on est supposé avoir trouvé préalablement. Le système proposé doit donc être regardé comme soumis à l'action de toutes ces forces, et on n'a plus à poser que des conditions statistiques ou dynamiques qui rentrent dans les compositions de forces ordinaires. (*V.* page 400.)

Les questions de ce genre ne sont résolubles que par des formules algébriques trop compliquées pour trouver place ici.

VI. Jusqu'ici, nous n'avons considéré le frottement que dans les corps qui sont maintenus en repos, ou qui commencent à entrer en mouvement; il faut actuellement examiner ce qui se passe dans un corps qui se meut avec une vitesse déterminée. L'illustre Euler avait supposé que le frottement varie propor-

tionnellement à la vitesse; mais les expériences de Coulomb, et celles plus récentes de M. Morin, ont prouvé que *le frottement est indépendant de la vitesse du mouvement*. Ainsi, surtout dans les grandes machines où les efforts sont toujours considérables, *le frottement doit être considéré comme indépendant des surfaces et de la vitesse du mouvement; sa valeur dépend uniquement de l'état et de la nature des surfaces, et croît proportionnellement à la pression*. Il n'y a guère d'exception à ce théorême que dans les pièces d'horlogerie et autres appareils où les pressions sont très faibles. Une petite quantité de graisse polit les surfaces et diminue considérablement le frottement.

Ayant donc déterminé, pour chaque espèce de corps, le frottement qui répond à une pression connue, le rapport de l'une à l'autre sera la valeur du facteur f dont on doit se servir, lorsqu'on voudra calculer l'effort nécessaire pour faire glisser les deux surfaces l'une sur l'autre. Cependant si la machine reste stationnaire durant quelque temps, au premier moment, le frottement sera supérieur à celui qui vient d'être assigné, lequel ne s'établira qu'après le premier coup de collier qui aura dégagé les surfaces.

Pour les pistons des machines à colonnes d'eau et des machines à vapeurs, il suit des expériences de Langsdorf, auteur d'une Théorie des pompes, que la résistance du frottement, évaluée en kilogr., est égale à l'expression $300\,rH$, r étant le rayon du cylindre où se meut le piston, et H la hauteur de la colonne qui charge le piston, ces deux élémens étant évalués en mètres: ainsi cette résistance est proportionnelle à la charge du piston et à son diamètre.

Quant au frottement des voitures, il croît avec la charge, puisqu'il est proportionnel à la pression. Quand une voiture roule sur un terrain horizontal, ferme et uni, ou sur le pavé, les chevaux allant au pas, la force du tirage peut s'estimer le vingt-cinquième de la charge totale environ. Si la vitesse est plus grande, le tirage n'augmente pas sensiblement sur un terrain uni, mais il augmente beaucoup sur le pavé. Pour une voiture suspendue, allant au grand trot, sur une chaussée pavée en grès, le tirage

est d'environ le quatorzième de la charge. Dans un terrain sablonneux, ou sur des cailloux nouvellement placés, le tirage, au pas comme au trot, est également le huitième de la charge.

On peut considérer une roue sous le rapport de l'avantage qu'elle offre pour franchir un obstacle; c'est ce qu'on appelle la *puissance d'une roue*. On admet que cette puissance est proportionnelle à la racine carrée du rayon de la roue. Plus les roues sont grandes, et plus la résistance est diminuée.

Nous ne nous sommes point arrêtés à considérer les frottemens de seconde espèce, parce que, comme ils sont extrêmement faibles, on les néglige ordinairement dans le calcul des effets des machines. En réunissant toutes les notions qu'on a exposées dans cet article, on en tire la conséquence qu'il est certain que jamais on ne peut considérer comme nul un frottement, quelque doux qu'il soit; qu'il est toujours une cause retardatrice du mouvement, opposé à la force motrice, et que par conséquent le *frottement fait toujours perdre une partie plus ou moins grande de la force vive qui meut le système*. Cette résistance, qui s'exerce sans cesse, diminue la vitesse, et finit par détruire le mouvement, si cette perte n'est pas réparée par une nouvelle dépense de force. Fr.

FUSÉE DE MONTRE. C'est une roue de forme conique, dont la surface porte un plan rampant en hélice, sur lequel s'enveloppe la chaîne. Cette pièce est destinée à régulariser la force du ressort moteur, en lui donnant un bras de levier d'autant plus long qu'elle se développe et s'affaiblit davantage. (*V.* Montre.) Fr.

FUSIL. On donne ce nom à un instrument d'acier de forme ronde, trempé à toute sa force, dont les bouchers se servent pour rendre le fil à leurs couteaux. Il faut pour cela que la surface du fusil ne soit pas unie. E. M.

FUSILS (*Arts mécaniques*). On distingue aujourd'hui deux espèces de fusils : les anciens, à pierre; et les nouveaux, à percussion. Chacune de ces espèces de fusils a des formes particulières, appropriées aux usages qu'on en fait. Parmi les fusils à pierre, on distingue ceux de munition, destinés à armer les troupes d'infanterie, et ceux de chasse ou de fantaisie, à un ou à

deux coups. Les fusils à percussion, simples ou doubles, n'ont été employés jusqu'à présent que pour la chasse.

Dans tous les cas, il faut qu'un fusil porte le coup juste au point visé, qu'il soit à la fois solide et léger, et surtout sans danger pour la personne qui en fait usage.

Il existe aussi des *fusils à vent*, dont le coup part sans faire le moindre bruit; la police en a défendu l'usage.

Fusils de munition. La forme, les dimensions et le poids de chacune des pièces qui composent ces fusils, ont été déterminés d'une manière invariable par l'ordonnance de 1777, qu'on suit encore aujourd'hui. C'est à dater de cette époque qu'on a réduit la longueur du canon à 42 pouces; qu'on l'a fait rond; que la platine est devenue demi-ronde; que le bassinet est en cuivre, les boucles de courroie à vis, les baguettes en acier à tête poire; que la baïonnette a été fixée au moyen d'un mentonnet brasé sur le canon, et d'une fente et d'une virole qui porte la baïonnette, etc. (*V.* Armes blanches.)

Le canon est la principale pièce d'un fusil. On donne le nom de *canonniers* aux ouvriers qui le travaillent. Le fer destiné à faire des canons de fusils doit être de la meilleure qualité. Le commerce le fournit en barres mi-plates, portant 12 à 14 lignes d'épaisseur sur 30 lignes de largeur. On coupe ces barres en tronçons de 11 pouces, dont trois mis à plat l'un sur l'autre forment un lopin qu'on corroie au martinet, après l'avoir chauffé au blanc dans un feu de forge alimenté par du charbon de bois. Ce lopin, dont le poids primitif est de 21 livres environ, ne pèse plus que 9 liv. quand, par l'effet du forgeage, il est transformé en une lame de 38 pouces de long, ayant par un de ses bouts 5 pouces de large et 5 lignes d'épaisseur, et par l'autre 3 pouces de large sur $2\frac{1}{2}$ d'épaisseur. On voit que le bout le plus large et le plus épais est destiné à faire le tonnerre du canon, et que la partie la plus étroite en formera le bout. Cette lame trapézoïdale se nomme *maquette;* ses bords sont chanfrenés en sens contraire, pour les souder ensuite.

La première opération du canonnier est de rouler cette lame et d'en former un tube; ce qu'il fait en deux chaudes, en l'appli-

quant sur une gouttière creusée dans une pierre dure ou dans un bloc de fonte, où il la plie en demi-cylindre à coups de panne du marteau ; après quoi, pendant qu'elle est encore chaude, il finit de la rouler en cylindre creux sur l'enclume, en faisant croiser ses bords chanfrenés.

Le canon ainsi roulé, le canonnier, aidé d'un frappeur de devant, le soude successivement, en commençant par le milieu, sur une broche un peu conique que le frappeur de devant introduit dedans à chaque chaude. Le canon bien dressé, tant en dedans qu'en dehors, est porté à la FORERIE, où, à l'aide de vingt forets ou allésoirs qui se succèdent, on amène le tube au diamètre de 7 lignes $\frac{1}{4}$ qu'il doit avoir, d'après l'ordonnance.

L'intérieur étant foré, allésé et bien dressé, l'extérieur se façonne à la meule. L'ouvrier *émouleur* commence à blanchir son canon de la longueur d'environ 2 pouces au *tonnerre*, c'est-à-dire au gros bout, qu'il amène au diamètre de 14 lignes et demie, bien concentrique au trou. Il en fait autant du côté du petit bout, qu'il réduit à dix lignes. Ces deux points déterminés lui servent de guide pour le reste de son opération. Le dehors du canon ne forme pas exactement un cône : les deux bouts sont cylindriques dans une longueur de 2 à 3 pouces. A 6 pouces de la culasse, le diamètre n'est plus que de 12 lignes et demie ; à 1 pied, il n'est plus que de 11 lignes; et à la bouche, de 9 lignes et demie. Il passe ensuite dans les mains du *garnisseur*, ouvrier qui ajuste la culasse et brase les tenons.

La culasse est une vis en fer de 8 lignes de long, qui ferme le tonnerre du canon, en se vissant dedans comme dans un écrou. Cette vis, toujours faite au même pas, est exactement cylindrique ; elle porte un tenon et une queue en arrière, dont le premier donne prise pour la visser avec force; et la seconde sert à fixer le canon sur le bois au moyen d'une vis.

Le percement de la lumière se fait avec un très petit foret qu'on fait agir avec un archet ; on l'agrandit ensuite avec un poinçon jusqu'à ce qu'il ait une ligne de diamètre ; ce qui refoule le métal tout autour de la lumière, qui est alors moins susceptible de s'évaser par le crachement du feu. Cette lumière est percée à 7

lignes du bout, sur une petite facette pratiquée à cet endroit, en la dirigeant un peu de bas en haut, pour que le crachement du feu vienne tomber dans le bassinet.

Après cela, le même garnisseur brase les tenons : celui de la baïonnette en dessous à un pouce du bout ; un second à 2 pouces et demi, où se trouve l'embouchoir de la baguette et la mire ; un troisième à 7 pouces et demi de la culasse, auquel on adapte un petit ressort d'acier qui a pour objet de presser l'extrémité de la baguette, afin de l'empêcher de tomber quand on renverse le fusil.

Les canons dans cet état sont soumis à l'épreuve. Pour cela, ils sont assujettis sur un banc, de manière à ne pas pouvoir reculer. On tire deux coups de suite ; le premier avec une charge égale à $\frac{1}{18}$ de livre de poudre et une balle de calibre ; le second avec un peu moins de poudre, environ un $\frac{1}{21}$ de livre, et une balle de même.

Lorsqu'il s'agit de faire des armes à toute épreuve et à forte charge, comme les carabines, les canardières, les fusils de remparts, etc., le canonnier, en forgeant les maquettes, les tord à mesure qu'il les soude. Le joint de la soudure, ainsi que la nervure du fer, prenant une direction oblique par rapport au canon, il en résulte un plus grand degré de solidité sans une plus grande quantité de matière. On les appelle *canons tordus*.

Canons à rubans pour les fusils de luxe. Le fer un peu aciéreux, à grains fins, comme celui de Suède, convient à cette fabrication. Les canonniers de Paris l'étirent aux petites forges à bras, en lames minces de 1 ligne et demie d'épaisseur, 16 lignes de large et 4 pieds de long. On met vingt-cinq de ces lames l'une sur l'autre, entre deux autres lames d'une épaisseur double, dont on fait un faisceau lié à deux endroits, pesant 60 livres, qui doit servir à faire deux canons. Les lames épaisses ont pour objet de protéger les minces contre l'action du feu, dans les nombreuses chaudes successives que le forgeron donne à un faisceau pour le souder exactement partout, et l'étirer en une baguette de 8 lignes de large sur 4 ou 5 d'épaisseur, en conservant la direction des lames dans le sens de la largeur. Cette baguette, redoublée à plat

sur elle-même, est encore corroyée et amenée à n'avoir plus que 6 lignes de large sur 3 d'épaisseur, le plat des lames se trouvant cette fois dans une direction perpendiculaire à la largeur de ce *ruban*, dont la longueur doit être de 15 à 16 pieds, pour pouvoir faire un canon de fusil de chasse de 28 à 30 pouces. Ce ruban, chauffé successivement au rouge cerise, par longueur d'environ un pied, est roulé en hélice rapprochée autant que possible, sur une broche de fer ronde de 4 à 5 lignes de diamètre. Cette broche porte une tête un peu forte qui sert à la retirer à chaque chaude, à l'aide d'un marteau ou de l'enclume même, dont la table est sillonnée transversalement de coches demi-circulaires de divers diamètres, dans lesquelles le canonnier façonne le dehors des canons.

Le Soudage de cette espèce de canon se fait successivement sur une broche qu'on introduit à chaque chaude dans le canon, en commençant par le milieu, et ayant soin de refouler les rubans les uns contre les autres, dans le sens de la broche, pour que les joints se soudent exactement. Les lames dans la préparation du ruban étant devenues fort minces, paraissent à la surface du canon comme un filet de vis très serré, dont tous les joints, quoique parfaits, se font remarquer par une couleur noirâtre.

Pour que deux canons qui doivent être accouplés pour faire un fusil double présentent de la symétrie, il faut non seulement les faire sortir du même faisceau de lames, mais encore le canonnier doit avoir soin de rouler le ruban de l'un à droite et le ruban de l'autre à gauche.

Pour faire les canons damassés, la moitié des lames qui composent le faisceau doivent être d'acier, alternées avec celles de fer; et puis, pour entrelacer les veines, il faut tordre et forger plusieurs fois, et puis enfin rouler et souder le ruban comme à l'ordinaire. Ce travail de forge est divisé en trois parties : la première a pour objet d'étirer les lames et de corroyer le faisceau; la deuxième, de doubler les baguettes et de forger le ruban; la troisième, de rouler et de souder les canons. Les opérations suivantes consistent à forer et à mettre de calibre les canons, à limer l'extérieur, à les enculasser, à les braser et à les dresser.

Platine de fusil. Après le canon, la pièce la plus importante pour les fusils à pierre est la platine. Elle se compose de 20 pièces dont nous allons indiquer les fonctions (fig. 17, pl. 14.)

Sous le bois du fusil, à l'endroit de la platine, est une petite languette de fer qu'on appelle *détente*, qu'on tire avec le doigt lorsqu'on veut faire feu. Cette détente tient à la queue ou au levier de la *gachette* M, qui se trouve ainsi soulevée. La pointe de la gachette est engagée dans une dent de la *noix* L, d'où elle sort par ce mouvement, ce qui rend à la noix la liberté de tourner. L'une et l'autre sont mobiles autour d'axes qui sont des vis, et pressées par des ressorts en lames d'acier pliées. Le ressort G de la noix est surtout très puissant, et appuie sur un mantonnet. Lorsque la gachette est sortie de sa dent, la noix pressée par son ressort G tourne vivement, et force le *chien* B de se rabattre en avant avec puissance, attendu qu'il est monté à carré sur l'axe de la noix et tourne avec elle. Le chien est muni d'une pierre à feu tranchante A, saisie entre deux *mâchoires*, dont l'une est fixe, et l'autre marche par une forte vis, qu'on fait tourner avec un levier pour bien serrer la pierre. En se rabattant, la pierre va frapper la *platine* d'acier C, et la contraint à se renverser en avant, en tournant autour d'un axe I, et à découvrir le *bassinet* E. C'est une petite cupule en cuivre, doublée en platine dans les fusils de luxe, où l'on met l'amorce, précisément près de la lumière. Le choc de la pierre sur la platine donne des étincelles, qui mettent le feu à la poudre du bassinet, lequel était fermé avant le choc, et que le choc a découvert. La noix a deux dents; quand la gachette n'est entrée que dans la première, la détente ne peut l'en dégager, à cause de la forme de cette dent, qu'on voit dans la figure : *le fusil est au repos*. Mais lorsque la gachette est entrée dans la seconde dent, la plus légère pression sur la détente suffit pour l'en faire sortir.

Toutes les menues pièces d'un fusil, excepté les ressorts et la batterie qu'on fait d'acier et qu'on trempe à part, sont en fer et trempées en paquet.

Dans les fusils de chasse, le grand ressort du chien tire sur la noix avec une chaînette, ce qui évite un frottement considérable;

le mentonnet de la batterie est garni d'un petit galet qui rend l'action du ressort plus facile.

Le poids d'un fusil de munition est d'environ 14 liv., dans lequel poids le canon entre pour 9 liv. ½. Chargé avec la 36ᵉ partie d'une livre de poudre, il porte la balle de calibre, d'un but en blanc, à 180 toises. Tiré sous un angle un peu moindre que celui de 45°, la balle va à 7 ou 800 toises, où elle peut faire beaucoup de mal.

Les troupes de l'artillerie ont des fusils plus courts de 8 pouces que ceux de l'infanterie, qui ne pèsent, avec leurs baïonnettes, que 8 liv. ¾.

Une des choses qui contribuent le plus à déranger la direction donnée à un fusil, et encore mieux à un pistolet qu'on ne peut tenir que d'une main, est l'effort qu'il faut faire sur la gâchette pour faire partir le coup. Pour remédier à cet inconvénient, les armuriers ont imaginé un petit mécanisme très ingénieux, auquel ils ont donné le nom de *double détente*. Le moindre petit attouchement la fait partir dans l'instant. Ce petit mécanisme consiste en deux détentes, comme le mot l'indique, dont une, fortement pressée par un ressort, est tenue en arrêt par l'autre, à une certaine distance de la gâchette. La seconde détente, légèrement pressée par un ressort, n'oppose pour ainsi dire pas de résistance à lâcher la première détente, qui, frappant la gâchette de bas en haut, fait partir le coup. Il faut que, dans les armes à double détente, l'arrêt de repos de la noix soit effacé, au moment du départ, par un petit tasseau qui ne permet pas à la gâchette d'y entrer, sans toutefois s'y opposer quand on relève le chien.

Fusils à percussion. Rien n'est changé dans l'intérieur de la platine; mais à l'extérieur on ne voit plus ni batterie, ni son ressort, ni bassinet, ni pierre. Le chien (fig. 18) n'est plus qu'un petit marteau de forme conique et creux, mis à la place des mâchoires qui tenaient la pierre, au fond duquel creux on introduit le grain d'amorce fulminante, enveloppé dans une *capsule;* cette capsule est faite en feuille de cuivre mince, et façonnée en petit cylindre sous le balancier. Ce chien, ou pour mieux dire, ce marteau s'abattant avec une force ordinaire sur une espèce d'en-

clume B à bec conique qui remplit exactement le creux du chien, comprime l'amorce qui s'y trouve, et l'enflamme. La petite enclume étant percée d'un trou qui aboutit vers le fond de la charge du fusil, met le feu à celle-ci, et le coup part à l'instant. La disposition du chien et de l'enclume qui se pénètrent et se recouvrent exactement oblige tout le feu de l'amorce à se diriger par le trou de la lumière vers le centre de la poudre, dont toute la force est mise à profit pour chasser le projectile.

Fusils à percussion et à bascule, de Pauly. Il y a long-temps qu'on a imaginé des armes à feu à bascule, se chargeant par la culasse; mais M. Pauly a exécuté, d'après cette idée, un fusil qui porte son nom, qu'on regarde comme une bonne arme. On a aussi les fusils de M. Faucheux, de M. Potel et ceux de M. Robert, qui se chargent par la culasse. (*V.* les Bulletins de la Société d'Encouragement pour 1834 et 1835.)

Fusil à vent. L'air atmosphérique est compressible, et réagit en raison de la compression qu'on exerce sur lui, lorsqu'il est contenu dans un récipient fermé. Ce fusil se compose d'un canon ordinaire, se vissant sur le bout d'une crosse métallique qui lui sert de culasse. Cette crosse, qui a la forme d'une poire allongée, est le récipient dans lequel, au moyen d'une pompe foulante, qui se visse dessus comme le canon, on y accumule une grande quantité d'air. Une soupape dont la tige présente une saillie en dehors l'y retient enfermé. La crosse, étant ainsi chargée d'air comprimé, est mise sur son canon, qui porte une détente à ressort; en s'abattant, cette détente fait ouvrir instantanément la soupape de la crosse; l'air qui s'en échappe va frapper la balle qu'on a mise dans le canon, et la chasse avec une force comparable, dans les premiers coups, à celle de la poudre. On peut tirer 10 à 12 coups sans recharger l'air. E. M.

G.

GALLES (*noix de*). C'est une excroissance produite par un insecte du genre cynips, sur un chêne de l'Asie-Mineure. Au moyen d'une tarrière située à l'extrémité de l'abdomen, cet insecte entaille l'épiderme, sous lequel il dépose ses œufs. Le chêne est, de tous les arbres, celui sur lequel on trouve le plus grand nombre de ces tubérosités, nommées *galles*, et qui résultent de l'épanchement de ces végétaux, déterminé par la piqûre des insectes.

Les galles sont le plus ordinairement arrondies, comme celle employée en teinture, qui est connue spécialement sous le nom de *galle d'Alep*, ou de *galle des teinturiers*. Il en est de lisses, de rugueuses, d'hérissées de pointes. Les plus estimées sont celles qui ont été cueillies avant leur maturité, c'est-à-dire avant la sortie de l'insecte; elles sont connues dans le commerce sous le nom de *galles noires*, ou *vertes* ou *vraies*; les autres, qui ont été percées par l'insecte, sont d'une couleur plus claire et moins pesante que les premières; elles portent le nom de *galles blanches* ou *fausses*, et se vendent moins cher.

Les noix de galles sont l'objet d'un emploi très fréquent et très considérable dans la fabrication de l'encre et dans la préparation de la teinture en noir. L....R.

GALLIQUE (*acide*). Cet acide a été découvert par Schéele dans la noix de galles d'où il tire son nom. On le prépare en faisant moisir à l'air une infusion de noix de galles. Il s'y forme un dépôt qui, traité par l'eau bouillante, à laquelle on ajoute un peu de charbon animal, laisse déposer par le refroidissement une abondante cristallisation d'acide gallique.

Il cristallise en aiguilles soyeuses d'une grande blancheur, d'une saveur légèrement acidule et syptique, et qui exigent, d'après M. Braconnot, 100 parties d'eau froide pour se dissoudre. Il est plus soluble dans l'alcool; l'éther le dissout aussi, mais en moindre quantité.

Il forme avec la dissolution de sulfate peroxide de fer un précipité d'un bleu foncé, qui se dissout et disparaît lentement à froid dans la liqueur, au sein de laquelle il s'est formé. Celle-ci se décolore presque complètement au bout de quelques jours; l'acide sulfurique reprend peu à peu la majeure partie de l'oxide de fer à l'acide gallique, et ce dernier cristallise dans la liqueur ramenée au *minimum* par la destruction d'une certaine quantité d'acide gallique.

La même chose se produit en quelques minutes, lorsqu'on fait bouillir la liqueur; et, dans ce cas, il se dégage de l'acide carbonique.

L'acide gallique ne trouble pas la dissolution des sels à bases d'alcalis végétaux.

Il forme avec les eaux de baryte, de strontiane et de chaux, des précipités blancs qui se dissolvent dans un excès d'acide et cristallisent en aiguilles prismatiques satinées, inaltérables à l'air.

Ces sels, comme l'a remarqué M. Chevreul, prennent des couleurs très variées, depuis le vert jusqu'au rouge foncé, et se détruisent quand on les expose à l'influence simultanée de l'air et d'un excès de base.

La potasse, la soude et l'ammoniaque forment avec l'acide gallique des sels très solubles, parfaitement incolores, même avec un excès d'alcali, tant qu'on les conserve à l'abri du contact de l'oxigène, mais qui prennent une couleur brune très foncée lorsqu'on fait intervenir ce gaz, dont une quantité considérable est absorbée.

Versés dans une solution d'acide gallique, l'acétate et le nitrate de plomb y produisent un précipité blanc, dont l'air n'altère pas la couleur.

L'acide gallique, dissous dans l'eau, et abandonné à lui-même dans des vases ouverts, se décompose à la longue en produisant des moisissures et une matière noire que M. Dobereiner considère comme de l'ulmine. Cette altération est nulle dans des vases hermétiquement fermés.

L'acide gallique cristallisé perd 10 pour cent d'eau par la dessiccation, ce qui correspond à 1 équivalent. Il est formé de 7

équivalens de carbone, 3 d'hydrogène et 5 d'oxigène; ou de carbone 49,89, hydrogène 3,49, et oxigène 46,62.

De toutes les réactions de l'acide gallique, la plus remarquable est celle qu'il manifeste sous l'influence d'une température modérée.

Lorsqu'on introduit de l'acide gallique sec dans une cornue de verre dont le col est fortement incliné, et qu'on tient plongée dans un bain d'huile, on remarque que, peu d'instans après que le thermomètre maintenu dans le bain marque 210 à 215°, il se manifeste un dégagement abondant d'acide carbonique pur, et qu'en même temps le dôme de la cornue se recouvre d'une multitude innombrable de lames cristallines d'une blancheur éclatante.

Du reste, pas la plus légère trace d'eau ni de matières empyreumatiques, et dans la cornue un résidu à peine pondérable, quelquefois même tout-à-fait nul.

Si au lieu de porter la température de la cornue à 215°, on l'élève le plus rapidement possible à 240 ou 250°; si l'on fait bouillir l'huile, il se forme encore de l'acide carbonique; mais au lieu de cristaux sublimés, dont il ne se manifeste plus la moindre trace, on voit apparaître de l'eau qui ruisselle le long des parois de la cornue, et l'on trouve au fond de ce vase une masse considérable de matière noire, brillante, insoluble, qu'on prendrait au premier aspect pour du charbon, mais qui est un véritable acide, susceptible de se combiner avec les diverses bases, de les saturer et de se dissoudre à froid, sans résidu, dans une faible dissolution de potasse ou de soude.

La matière blanche sublimée à 215° est l'acide *pyrogallique* pur.

La matière noire est une nouvelle substance que j'ai fait connaître sous le nom d'*acide métagallique*. Le premier est formé de 6 équiv. de carbone, 3 d'oxigène et 3 d'hydrogène. C'est de l'acide gallique moins de l'acide carbonique, $C^7H^3O^5 — CO^2$.

La composition de l'acide métagallique peut être représentée par de l'acide gallique moins de l'eau et de l'acide carbonique, $C^7H^3O^5 — CO^2 — HO = C^6H^2O^2$. A l'article *substances pyrogénées*,

s parlerons de nouveau et avec plus de détails de la produc-
. et des principales propriétés des acides pyrogalliquo et
agallique. P....E.

ALOUBET. *V.* FLUTE. FR.

ALUCHAT. C'est le nom d'un gaînier qui a imité l'art des entaux de préparer la peau d'une espèce de raie (*Raja sen*); elle nous vient de la mer Rouge, et on l'a confondue avec e d'une *roussette*, espèce de *requin* ou *chien de mer*. On a né ensuite le nom de *Galuchat* à cette peau, qui est couverte rugosités. On les aplanit à la lime, on les polit à l'huile avec la ice et l'émeri pour rendre la peau lisse, et on la teint avec une olution de vert de gris (acétate de cuivre cristallisé): cette u devient alors transparente. Après avoir collé sur les ouges de gaînerie un papier teint du même vert, on colle le gaat par-dessus : il est marqué de mouches rondes et larges en font la beauté. FR.

ALVANISME. C'est à *Galvani* qu'on doit la découverte de nomènes qui depuis ont été expliqués par *Volta*, et qui constit une branche de la physique nouvelle. Il est démontré que, *que deux substances différentes, et principalement deux méx, sont mis en contact, il se fait une décomposition spontanée eurs électricités naturelles; l'une devient vitrée et l'autre résise*. De là résulte une foule d'expériences curieuses, et dont les ts sont surprenans et acquièrent une importance particulière, e qu'on peut disposer des appareils où l'électricité se montre nouvement. Ces phénomènes n'étant pas encore appliqués aux , nous ne nous y arrêterons pas ici. FR.

ANCE (*Technologie*). Petit cordonnet d'or, d'argent, de soie, oton ou de fil plus ou moins gros. On le fait rond ou carré, même plat. Il se fabrique à la machine à faire les *lacets* lorsl est rond ou plat, et surtout lorsqu'il n'est pas large. (*V.* LA-.) Il se fabrique quelquefois au boisseau, d'autres fois à la ette sur le métier, et lorsqu'il est façonné, on le travaille me les rubans et les galons. (*V.* RUBANNIER.) FR.

ARANCE. La garance est une plante du genre *rubia*, qui fait ie de la tétrandrie monogynie de Linnée; c'est l'espèce qu'il

désigne sous le nom de *rubia tinctorum*, parce que sa racine s'emploie en teinture; et la consommation qu'on en fait sous ce rapport est si considérable, qu'elle est une source de richesses pour un grand nombre d'agriculteurs et de commerçans.

La culture de cette plante, répandue d'abord très généralement en Europe, devint, vers le seizième siècle, presque exclusive à la Hollande, et ce pays a long-temps rivalisé seul avec le Levant, où cette culture prit un tel degré d'accroissement, qu'elle devint l'unique base de la prospérité la plus florissante de populations entières. Ce ne fut que vers le milieu du siècle dernier que l'on commença à s'occuper de cette importante culture dans les contrées méridionales de la France, où elle fut introduite et propagée par les soins du marquis de Caumont, et plus tard par le ministre Bertin, qui en confia la direction à un Persan nommé *Altken*. Les succès qu'il obtint furent tels, que les citoyens d'Avignon ont cru devoir élever un monument public en témoignage de leur reconnaissance pour cet honorable étranger.

Bien que depuis cette époque la culture de la garance ait pris un grand degré d'extension dans plusieurs de nos départemens, et notamment dans celui du Haut-Rhin, il s'en faut cependant de beaucoup que nous puissions suffire à notre consommation, et nous sommes toujours, à cet égard, tributaires de l'étranger. La Hollande et le Levant nous fournissent encore une grande quantité de cette racine.

On a beaucoup écrit sur les règles à suivre dans la culture de la garance; mais tout se réduit à quelques données très simples, et qui dérivent particulièrement de la manière d'être de cette racine, car c'est elle seule qui est un objet de commerce et de consommation.

Les racines de la garance n'excèdent guère la grosseur d'un tuyau de plume; elles sont fragiles, traçantes et très fibreuses. Il est donc évident, d'après cette structure, qu'elles ne pourront se développer facilement que dans des terrains très meubles et exempts de gravier, autrement ses ramifications ne parviendraient à s'étendre qu'avec la plus grande peine; il y a plus, c'est que, dans un terrain dur et graveleux, la récolte serait des plus pénibles, et

ne pourrait avoir lieu sans une perte très grande, à cause de la nécessité où l'on se trouverait de briser la plupart des racines et d'en laisser une grande quantité dans le sol. Ainsi, une première condition bien essentielle pour cette culture, c'est que la terre n'ait aucune compacité, qu'elle soit meuble et bien homogène dans toutes ses parties, car alors les racines les plus frêles peuvent aisément y pénétrer dans tous les sens, s'y propager et s'y nourrir. De là résulte encore que l'arrachage lui-même ne présente plus d'obstacle. Cette spécialité une fois satisfaite, la culture de la garance rentre en quelque sorte dans la loi commune; car il faut ici, comme dans tous les autres cas, la présence d'une certaine quantité d'humidité et d'un peu d'humus. On sait, en effet, que ces deux conditions deviennent indispensables pour toute végétation, et que chaque plante exige ou un peu plus ou un peu moins de l'un et de l'autre de ces agens.

On suit trois méthodes différentes pour établir une garancière, et la préférence qu'on accorde à l'une ou à l'autre est ordinairement déterminée par des circonstances de localités. La première de ces méthodes est le semis ordinaire; la deuxième le semis en pépinière, pour être repiqué ensuite; et la troisième, qui suppose une garancière déjà établie, se fait au moyen de portions de racines nouvellement extraites, que l'on plante dans un terrain approprié.

Dans les cultures en semis les plus soignées de cette plante, on commence à défoncer le terrain à deux pieds environ de profondeur; ce travail, qui se fait à la bêche, s'entreprend ordinairement en hiver, et l'on choisit un moment où le sol est assez humide pour être entamé facilement, sans cependant être adhérent aux outils. Les pluies et les gelées qui se succèdent à cette époque disgrègent les mottes de terre et les pulvérisent en quelque sorte. Plus tard, on y apporte le fumier, puis on le distribue sur le terrain. Voici maintenant, d'après M. de Gasparin, comment s'achève cette culture dans le département de Vaucluse, du moins pour celle qu'il nomme *jardinière* et qui ne s'exécute que par des propriétaires.

Quand le fumier est étendu, on passe deux raies de labour

pour l'enterrer légèrement, puis la herse pour égaliser le sol. On trace alors, avec un sillonneur à bras, les sillons où l'on doit semer la garance; ces sillons doivent avoir 1m,66 de largeur, avec un intervalle de 0m,33 entre chaque. Cette opération terminée, un homme creuse le long du sillon une raie peu profonde, avec une houe à bras; il est suivi par une femme ou un enfant qui répand la semence dans la raie : on en emploie 85 kilogrammes par hectare. Les grains doivent être également espacés, et au plus à un pouce et demi l'un de l'autre tout autour, et non pas placés en ligne. En revenant sur ses pas, après avoir achevé sa raie, l'homme en ouvre une autre à côté de celle-ci, dont la terre lui sert à recouvrir la graine mise dans la première; la semeuse le suit encore, et ensemence cette nouvelle raie, et ainsi de suite, jusqu'à la sixième, qui reste libre et qui fait l'intervalle du premier au deuxième sillon. Dans les terrains légers de palus, cette opération est faite le plus ordinairement avec une pelle de bois.

Dès que la garance est sortie, tous les soins doivent être dirigés vers le sarclage : on ne saurait y apporter trop d'attention. Cette opération, qui se fait à la main, doit être réitérée après chaque pluie; les femmes et les enfans qui en sont chargés se mettent à genoux dans l'intervalle des billons, et enlèvent exactement jusqu'aux moindres filamens des mauvaises herbes. Le sarclage est toujours suivi de l'opération de couvrir la garance d'une légère couche de terre prise dans l'intervalle, et destinée à remplacer celle que l'on aurait pu enlever. On sarcle ordinairement trois fois dans le cours du premier été; ce qui exige environ vingt-deux journées de femme par hectare, pour chaque fois, dans les terrains ordinaires, et davantage dans ceux qui produisent plus d'herbes. Au mois de novembre on couvre tous les billons de 2 ou 3 pouces de terre, et on laisse dans cet état pendant tout le cours de l'hiver. Cette précaution est bien moins dans l'intention de préserver de la gelée, à laquelle la garance résiste bien, que d'obliger la plante à former de nouvelles racines. La première pousse du printemps est si vigoureuse, qu'elle perce cette couche avec la plus grande facilité, et que la nouvelle tige paraît dès les premières chaleurs.

dant la seconde année les sarclages se continuent avec soin;
ls deviennent d'autant plus faciles qu'ils ont été mieux faits
mière année ; et une fois que la garance a acquis quelque
ır, les mauvaises herbes se propagent difficilement. Quand
est en fleurs, les uns la coupent pour en faire du fourrage,
: presque aussi estimé que la luzerne ; d'autres la laissent
r à graines : chacune de ces méthodes a ses avantages et ses
éniens, et il serait difficile de prononcer entre elles. Un
ɜ de garance produit, terme moyen, 300 kilogrammes de
, c'est-à-dire quatre fois et demie plus qu'il n'en faut pour
ɜncer un pareil espace.

ɾoisième année n'exige d'autre travail que le faucillage de
; et enfin, au mois d'août ou de septembre, aussitôt après
pluies ont assez pénétré le sol pour le rendre facile à creu-
se livre à l'arrachement. Si l'on peut faire arriver l'eau
s fossés qui séparent les billons, on a l'avantage de pou-
ɾancer de quelques jours la masse des arracheurs, et de
ainsi des ouvriers et des acheteurs avec plus de facilité.
s terres palus, où la ténacité de la terre est presque nulle,
pratiquer cette opération à l'époque que l'on veut : avan-
ɜs marqué de ces excellentes terres à garance.

ɑporte beaucoup que cette opération précède le temps où
ɩt craindre les gelées, qui nuiraient beaucoup à la qualité
ɩcine pendant le séchage. Cette opération s'exécute par des
es qui sont disposés sur chaque billon ; à l'aide d'une bêche,
versent la terre devant eux, et creusent aussi profondé-
ɋue l'exige le prolongement des racines. Il est essentiel,
ɩt dans les terres meubles, que cette fouille soit faite avec
oup de soin ; autrement on s'expose à perdre une grande
de la récolte. Il est rare que dans les terrains compactes on
ı de creuser plus d'un pied, et les frais qu'on serait obligé
ɾe pour aller plus avant n'équivaudraient pas, à beaucoup
à la petite quantité de racine qu'on retirerait en plus. Au
avec un peu d'habitude, un simple essai d'une heure suffit
uger de la profondeur réelle où doit se limiter la fouille.
ɩt chaque ouvrier se trouve placé un linceul, sur lequel il

jette la garance à mesure qu'il la recueille ; à chaque repos, les linceuls sont portés sur l'aire, où l'on étale la récolte pour la faire sécher : on la remue à la fourche pour en séparer la terre et la poussière qui pourraient y être attachées. On la transporte ensuite dans des greniers bien aérés ; l'humidité lui ferait contracter de la moisissure et la détériorerait entièrement. Il ne s'agit que d'emballer la récolte ; et le propriétaire trouve toujours de l'avantage à le faire chez lui, soit en raison du plus facile emmagasinage d'une récolte emballée, soit parce que dans cet état l'acheteur ne peut faire aucun triage.

Le procédé de culture à bras est remplacé avec avantage par un autre mode qu'on appelle *grande culture*, pour lequel on emploie la charrue, soit pour le défoncement, soit pour l'arrachage.

Cette grande culture ne diffère réellement de la précédente que par l'usage que l'on fait de la charrue. Celle dont on se sert dans ce département n'a rien de particulier, si ce n'est qu'on y ajoute deux roues basses en forme d'avant-train, pour en rendre la marche plus ferme : on y attelle ordinairement une paire de bœufs, puis des mules ou des chevaux, en nombre proportionné à la ténacité du sol. On met ordinairement six couples de bêtes, non compris les bœufs, pour une terre de ténacité moyenne. On laboure ainsi un demi-hectare à 45 centimètres de profondeur par jour.

Quand on ne peut pas disposer d'un bétail aussi nombreux, on passe une deuxième fois dans la raie, et l'on parvient ainsi, avec trois paires de bêtes, à exécuter le même travail en employant le double de temps.

Tous les autres travaux des années intermédiaires s'exécutent à bras, comme dans la petite culture.

La récolte se fait de la manière suivante : la largeur du champ de garance est partagée en vingt portions égales, à l'aide de bâtons jalonnés ; un homme et une ou deux femmes sont attachés à chacune de ces divisions. Les hommes sont armés d'un râteau de fer ; ils étendent à mesure la terre qui vient d'être retournée par la charrue, le long de leur division. Les femmes ramassent la

racine dans des paniers, et la déposent ensuite dans des linceuls placés à distances égales.

Ce genre de culture est plus avantageux que le précédent, et l'on trouve, en prenant pour type une terre de grande ténacité et d'un rapport moyen de 33 quintaux de racine par hectare; on trouve, dis-je, que le produit ne revient qu'à 26 fr. 40 c. le quintal, et dans des terres d'une moindre ténacité l'on obtient jusqu'à 55 quintaux, ce qui porterait la première récolte à 15 fr. le quintal; mais les récoltes seraient d'un prix plus élevé, parce qu'il faudrait y ajouter la dépense pour l'engrais qui devient indispensable.

Nous avons dit qu'au lieu de semer directement la garance dans le terrain destiné à sa culture, on en faisait quelquefois un semis à part, pour repiquer ensuite. Différentes circonstances peuvent déterminer à adopter cette méthode; les principales sont: la cherté de la graine, le climat, la nature du sol. En général, le semis en pépinière ne se pratique que dans les pays chauds ou pour les terrains arides, parce que le semis en place ne pourrait réussir que si l'on avait la facilité de l'arroser par irrigation, ce qui arrive rarement. On se trouve donc obligé, dans ce cas, de faire un semis dans un terrain qui se trouve à la proximité de l'eau, afin de pouvoir arroser toutes les fois que cela est nécessaire.

Enfin, la troisième méthode est celle dite de *plantation*, qui se fait avec des portions de racines fraîches; et voici comment on y procède : lorsqu'on détruit une plantation, on réserve les plus belles têtes des racines, et on les divise en éclats, de manière à ce que chaque portion ait un ou deux bourgeons. Comme les racines se dessèchent promptement, on a soin de ne les arracher qu'au fur et à mesure du besoin, et de les tenir, une fois sorties de terre, toujours renfermées dans des paniers couverts. Ces fragments se plantent ou dans des trous faits au plantoir, ou en rigoles faites avec la pioche ou la bêche, et auxquelles on donne 6 pouces de profondeur. On doit les planter à 6 pouces environ de distance les uns des autres, dans les terrains médiocres, et à 8 ou

10 dans les bons, et le collet de chaque racine ne doit pas êt couvert de plus de 2 pouces de terre.

Dans le département de Vaucluse, la racine de garan séjourne que trois années en terre; mais il est certaines co où l'on prolonge bien davantage sa durée, et cela dépe quelques circonstances particulières à ces pays. Ainsi, da Levant, par exemple, où les terres sont à bas prix, la récol se fait qu'au bout de cinq et même six ans. On a prétendu q garance cultivée en Grèce, et à laquelle on donne le d'*ali-zari*, était, sinon une espèce différente de la nôtre moins une variété particulière. M. Félix assure que l'ali-zari tempérament plus faible que la garance ordinaire, que feuilles sont plus lisses et plus tendres, sa tige plus frêle qu'on est contraint de la soutenir au moyen de rames. Cet au présume que la tige qui a été mieux nourrie, et qu'on a lai atteindre toute sa force, donne naissance à des racines plus a dantes et mieux pourvues de matière colorante. Cependant les botanistes rapportent les garances tinctoriales à une seu même espèce.

Il ne suffit pas qu'un terrain, qui d'ailleurs paraît pro soit à bas prix pour qu'on puisse y laisser séjourner la ga sans inconvénient, il faut en outre que le climat et la natu sol n'y apportent aucun obstacle. Or, il est certaines loc favorables au développement d'une plante parasite qui att particulièrement la racine de garance, et lui devient des nuisibles avec le temps (c'est le *rhizoctonia rubiæ*) : on est forcé, dans ce cas, d'abréger la durée du séjour, si l'on ne s'exposer à tout perdre. Ainsi, on ne saurait prescrire de li positives pour la durée de la garance; elle doit varier, comn le voit, suivant les circonstances, et surtout relativement valeur des terrains; motif essentiel, qui fait que cette cu présente si peu d'avantage en France.

Lorsque la racine de garance est récoltée, on doit la soum à une dessiccation soignée, et ce sont ordinairement les fab de garance qui se chargent de cette opération. Après avoir a

;e racine aux cultivateurs, ils la font transporter dans des ves; là on l'étend sur des claies, et on l'expose pendant trois quatre jours à une température de 36 à 40 degrés. Lorselle est devenue bien sèche et cassante, on la fait passer sous : meule, et quand elle est suffisamment concassée, on en sé'e, au moyen d'un blutoir grossier, toute la terre et l'épiderme. st cette garance ainsi nettoyée qu'on estime pour être la plus ıe en matière colorante, et que les fabricans désignent sous marques *SF véritable;* et on appelle *SF* simplement celle qui ;é pulvérisée sans être ainsi mondée de la pellicule terreuse, qui apporte une différence de 5 à 6 pour 100 dans le poids. : autre qualité est distinguée par la marque *SFF;* c'est la ne que *SF*, mais qu'on a passée une seconde fois sous la ıle pour lui donner un plus beau coup d'œil; on en sépare utre ce que les fabricans appellent le *parenchyme*: reste à ir si cette qualité renferme réellement plus de parties colo:es. Enfin, on en fait encore une quatrième sorte, que les icans nomment *extra-fine;* elle ne contient que la poudre provient du corps intérieur de la racine. Cette qualité est sans :redit beaucoup plus belle à l'œil que les autres; mais il est probable qu'elle est beaucoup moins riche que les autres, du ns à en juger par ce qui arrive pour la plupart des autres nes dont le *meditullium* contient peu de suc; il n'est presque né que du ligneux. Quoi qu'il en soit, cette qualité est plus née des teinturiers pour les nuances tendres: peut-être cela t-il à ce que ce *meditullium* se trouve plus dépourvu de la ière colorante fauve.

'n donne aussi, dans le commerce, le nom de *garance-grappe* garance moulue, qui est la plus riche en principes colorans; *zncc-robée*, celle qui est pourvue de son épiderme, et *gace-mulle*, la plus mauvaise de toutes; celle-ci est formée des s petites racines et de l'épiderme qui se détache des grosses qu'on les vanne pour les nettoyer, et enfin, du son ou rebut blutoirs. Ainsi, les garances diffèrent entre elles non seulent selon leur origine, mais en outre pour une même garance produits sont variables sous le rapport de leur richesse colo-

rante, et cette richesse dépend de la partie de la racine qui a fourni la poudre. Si l'on ajoute maintenant à ces principales causes de différences les mélanges que l'on fait de tel ou tel produit avec tel ou tel autre, on aura une juste idée de toutes les variétés qu'on trouve dans le commerce, et des divers résultats qu'elles fournissent.

Les garances se reçoivent, dans le commerce, soit entières, soit en poudre, et c'est toujours dans ce premier état qu'on les expédie du Levant; elle sont connues sous le nom d'*ali-zari*, et l'on a consacré cette dénomination pour désigner la garance entière, qu'elle que soit d'ailleurs son origine. Les ali-zari du Levant sont d'une qualité supérieure : ainsi, lorsque celui de Chypre vaut 170 fr. le quintal métrique, l'ali-zari de Provence ne vaut que 112 fr. Parmi les garances en poudre, celle de Hollande est la plus estimée; vient ensuite celle d'Alsace, et enfin celle d'Avignon; leurs valeurs relatives, pour les premières qualités, sont ainsi qu'il suit : Hollande, 240; Alsace, 150; Avignon, 125. Les qualités inférieures sont ensuite dans le même rapport. Les garances d'Alsace ont une couleur jaune, une odeur spéciale, une saveur sucrée accompagnée d'un arrière-goût d'amertume; elles doivent être soigneusement embarrillées et conservées dans des magasins secs, parce que la poudre en est très hygrométrique et susceptible alors de se détériorer; elle subit une véritable fermentation en raison de la matière sucrée qu'elle contient; et bien que le volume apparent reste toujours le même, elle éprouve cependant un déchet considérable, et qui va quelquefois jusqu'à la moitié de son poids. Pour la conserver plus facilement, on la tasse le plus fortement possible dans les tonneaux, et elle n'en peut être enlevée qu'en masses assez grosses et compactes, tandis qu'il paraît qu'elle acquiert de la qualité quand elle est emmagasinée dans un lieu très sec. Les garances d'Avignon sont ordinairement d'une couleur plus foncée; quelques fabricans lui accordent la préférence pour certaines nuances qu'ils obtiennent plus facilement par son moyen.

Au mot *teinture*, nous parlerons de la matière colorante de la garance et de la manière de l'appliquer sur les étoffes. R.

ARANTIE (*Bureau de*). On nomme ainsi une administration rgée de vérifier les titres des matières d'or et d'argent ouvragés e faire apposer sur chaque objet essayé le *contrôle* du gouvernent.

ans les bureaux de garantie, où les travaux de détails sont très breux, on doit maintenir un ordre sévère pour toutes les opéns qui s'y pratiquent. En recevant les sacs des orfèvres, on fie le poids, le nombre et le titre annoncé par le fabricant; on nscrit sur leur bulletin que l'on attache aux sacs, et l'on place -ci dans l'ordre de leur réception, afin qu'ils puissent passer lièrement chacun à leur tour.

s'agit alors de prendre un échantillon commun dans le sac haque fabricant. A cet effet, on enlève une rognure de chaobjet, et autant que possible en quantité proportionnelle à sa le. Toutes ces *prises d'essai* étant levées, on les étend sur une , séparées les unes des autres, afin que celui qui pèse puisse ndre de toutes les parties; on met dans des plateaux séparés les ures, et l'on inscrit sur des étiquettes spéciales le nom de chapropriétaire, plus la nature et le titre de l'ouvrage.

e même ordre doit être rigoureusement observé dans la pesée, *oupellation* et le *retour des boutons*.

elui qui enlève les prises d'essai ne pourrait quelquefois pas la moindre quantité d'or ou d'argent sans détériorer les oues délicats qui lui sont apportés. Dans cette circonstance, il prendre au hasard une ou plusieurs pièces, les fondre au umeau sur un charbon avec un peu de borax, et analyser le on à la manière ordinaire. Le poinçon du bureau de garantie pposé, ce qui autorise à marquer le contrôle, si l'alliage a ugé de bon aloi. Dans le cas contraire, les objets à un titre rieur sont brisés et rendus à leur propriétaire qui tient compte frais d'essai. P.

l'article *Essayeur*, auquel nous renvoyons pour plus de détails les matières d'or et d'argent ouvragés, nous avons parlé avec il des essais par *coupellation*, mais nous avons passé sous nce le nouveau procédé analytique découvert par M. Gayssac, procédé adopté aujourd'hui à l'hôtel des Monnaies et

au bureau de garantie de Paris. Nous extrairons ce que nous allons dire à cet égard des documens officiels publiés par la commission des monnaies.

L'importance du sujet nous fait un devoir de ne rien changer au texte même de l'instruction de MM. Gay-Lussac et d'Arcet.

INSTRUCTION *relative aux procédés suivis au laboratoire des essais de la commission des monnaies, pour les essais, contre-essais et vérifications des espèces et des matières d'or et d'argent.*

Les expériences publiées par Tillet, de 1761 à 1763, avaient appris que le procédé de la coupellation, généralement employé pour déterminer le titre des matières d'argent, l'accusait de quelques millièmes trop bas. Tillet, en dénonçant ce fait, manifestait le désir, sans toutefois en avoir l'espérance, que la gravité en fût appréciée par les diverses cours de l'Europe, et qu'on s'entendît sur les moyens de rendre le mode d'essai plus uniforme et plus sûr. Mais les expériences de Tillet furent bientôt oubliées, ou plutôt on craignit de toucher à un procédé d'après lequel se réglaient les transactions en matières d'argent : l'on sentit d'ailleurs d'autant moins le besoin de le corriger, qu'aucune plainte ne s'élevait, et que la perte dans les matières d'argent, causée par une trop faible évaluation de leur titre, circulait inaperçue par le vendeur comme par l'acheteur. C'est ainsi que ce procédé s'est transmis d'une génération à l'autre, et a été scrupuleusement conservé par les administrations qui en ont été successivement dépositaires : cependant les progrès récens de l'art de l'affineur en ont fait ressortir les imperfections : des réclamations se sont élevées, et delà est née l'impérieuse nécessité d'accuser désormais le véritable titre des matières d'argent.

Tel est le but de l'ordonnance royale du 6 juin 1830. En imposant aux essayeurs l'obligation d'accuser désormais le véritable titre des matières d'or et d'argent, elle a voulu, par la publication d'une instruction, leur faciliter les moyens de corriger leurs manipulations : ce résultat ne peut être mieux atteint qu'en décrivant les procédés qui sont maintenant suivis au laboratoire des

essais de la commission des monnaies. Cette instruction fera ainsi connaître les changemens survenus dans les travaux de ce laboratoire, par l'exécution de l'ordonnance.

TABLE *de compensation pour corriger les titres des matières d'argent obtenus par la coupellation.*

Les pertes occasionnées par la coupellation, telle qu'on la pratique dans le laboratoire des essais de la commission des monnaies, ont d'abord été constatées par un grand nombre d'expériences faites sur des alliages d'argent, fondus avec le plus grand soin, et sur de simples mélanges d'argent et de cuivre à différens titres. Ce travail a servi à composer la table qui se trouve à la suite de cette instruction, et qui a été adoptée provisoirement comme table de compensation pour convertir à l'avenir, en titres réels, les titres obtenus aux fourneaux à coupelle du laboratoire des essais.

Chaque essayeur n'employant pas les mêmes doses de plomb, et opérant à des températures différentes et dans des circonstances atmosphériques très variables, sera obligé de faire un travail semblable, et de composer, pour les circonstances où il se trouvera, la table de compensation qu'il aura à employer : on ne présente donc ici ce qui a été fait à ce sujet que comme modèle, et non pas comme pouvant être utilement employé ailleurs qu'au laboratoire des monnaies.

Les essais et contre-essais relatifs au jugement du titre des espèces d'argent fabriquées dans les hôtels des monnaies se font, autant que les circonstances le permettent, par le procédé de la voie humide. Lorsque ces essais ou contre-essais ont lieu par la coupellation, on en rectifie les résultats au moyen de la table de compensation arrêtée par la commission des monnaies, c'est-à-dire en augmentant tous les titres de 4 millièmes, nombre de compensation correspondant au titre moyen de 900 millièmes.

Quant à la vérification du titre des espèces trouvées hors des limites, elle a toujours lieu, conformément à l'article 3 de l'ordonnance, par le procédé de la voie humide, et il en est de même pour la vérification du titre des lingots et matières d'argent qui,

aux termes de la loi du 19 brumaire an 6, doit être faite à l'hôtel des monnaies de Paris.

Relativement au tarif du 17 prairial an 11, on a seulement à faire observer ici que les titres des matières ou espèces d'argent qui y étaient portés ont été augmentés chacun du nombre correspondant dans la table de compensation qui se trouve à la fin de la présente instruction; c'est ainsi qu'a été rectifié le tarif qui sert actuellement de base, dans les changes des monnaies, aux transactions qui s'y font entre les particuliers et les directeurs de la fabrication monétaire.

Des essais d'argent par le moyen de la coupellation.

On n'a rien changé au procédé de coupellation suivi au laboratoire des essais, et au moyen duquel on a composé la table de compensation qui a été citée plus haut. On veillera avec le plus grand soin à n'apporter aucun changement dans ce mode d'essai, afin de pouvoir toujours faire usage de la même table de compensation; on s'assurera d'ailleurs souvent de la marche régulière des opérations, en essayant soit des lingots à des titres bien connus, soit de simples mélanges d'argent et de cuivre purs en proportions exactement déterminées, ce qui servira de contrôle aux essais ordinaires des délivrances, qui seuls pourront continuer à être faits par le moyen de la coupelle.

Des essais d'or.

L'expérience a prouvé que, malgré l'exactitude du procédé employé pour essayer l'or et ses alliages, les essayeurs ne parviennent cependant pas toujours à en déterminer les véritables titres, et que c'est en général en plus qu'existent les erreurs commises; cet inconvénient se remarque surtout depuis que l'art de l'affinage, porté à un haut point de perfection, a versé dans le commerce de grandes quantités d'or pur : voici quels sont les changemens qui ont été apportés au laboratoire des essais, dans le procédé dont il s'agit, pour bien régulariser la marche, et pour en obtenir constamment des résultats exacts.

On continue à ne faire les essais d'or qu'en opérant sur le

demi-gramme, et on amène toujours l'alliage, soumis à l'opération du départ, à contenir trois parties d'argent contre une d'or.

On passe l'essai d'or à la coupelle en n'y employant que la dose de plomb convenable, et on opère à la moindre température possible, afin d'éviter l'introduction d'une partie de l'or dans la coupelle.

Si l'on essaie de l'or à haut titre, le bouton de retour doit être brossé en dessous, sans le serrer trop fortement dans la pince ; on le fait ensuite rougir dans une coupelle neuve avant de l'aplatir, parce que, sans cette précaution, il pourrait être aigre : on l'aplatit, on le recuit de nouveau, on le lamine, on fait recuire la lame, on la roule en spirale, que l'on fait recuire, et que l'on soumet d'abord à l'action de l'acide nitrique à 22 degrés de Beaumé, jusqu'après le dégagement du gaze nitreux, ce qui a lieu en cinq minutes environ; on passe ensuite, et successivement deux fois, de l'acide nitrique à 32 degrés sur le cornet, en maintenant l'ébullition pendant dix minutes chaque fois, et l'on termine enfin l'essai comme on le fait ordinairement, c'est-à-dire en lavant le cornet avec de l'eau distillée, et en le faisant recuire sous la moufle. En opérant ainsi, et en se réglant sur quelques essais faits au moyen de mélanges ou d'alliages d'or et d'argent à proportions bien connues, pour donner aux lames l'épaisseur convenable et aux révolutions du cornet l'écartement nécessaire, on parviendra toujours facilement à déterminer le véritable titre de l'or et des alliages de ce métal.

De l'essai d'or tenant argent.

La nécessité d'opérer rapidement dans les laboratoires, où il se fait un très grand nombre d'essais par jour, a fait penser à quelques essayeurs que l'on pouvait sans inconvénient, dans l'essai des alliages d'or et d'argent, se servir du bouton passé à la coupelle, dans le but de connaître le titre or et argent du lingot, pour déterminer ensuite, par le moyen du départ, la quantité d'or pur qui s'y trouve; mais il y a déja quelques années que l'on a reconnu que cette méthode, qui oblige souvent à coupeller deux fois la même prise d'essai, était vicieuse, et qu'il en résultait

alors une perte d'or assez considérable. C'est pour éviter ce grave inconvénient que l'on opère comme il suit au laboratoire des Monnaies, quand on veut y titrer des alliages d'or et d'argent.

On passe à la coupelle un demi-gramme de l'alliage, en opérant avec la quantité de plomb, et à la chaleur convenable (1). On détermine ainsi la proportion d'or et d'argent réunis qui se trouvent dans le lingot. On pèse ensuite une nouvelle prise d'essai du poids d'un demi-gramme; on en fait l'inquartation; on passe le tout à la coupelle, et on traite le bouton comme il a été dit ci-dessus en parlant des essais d'or.

Des essais de doré ou d'argent ne contenant que peu d'or.

L'essai de doré pouvant se faire sans avoir recours à l'inquartation, ne présente pas l'inconvénient cité plus haut en parlant de l'essai d'or tenant argent; ici, on n'a besoin que de passer la prise d'essai une seule fois à la coupelle. Lorsque le doré est peu chargé en or, l'essai doit être fait sur un gramme de l'alliage; il suffit alors, pour arriver à des résultats exacts, ou d'opérer la coupellation de manière à n'avoir ni augmentation ni perte sur la quantité d'argent, ou de compenser exactement les différences que l'on peut trouver. Le départ du bouton doit ensuite se faire, en prenant toutes les précautions qui ont été indiquées au chapitre où il est parlé des essais d'or.

De l'essai d'argent par la voie humide.

La commission spéciale (2), qui, par le rapport qu'elle a fait

---

(1) Il faut opérer de manière à n'avoir ni perte ni surcharge dans le bouton de retour : on arrivera à ce résultat en faisant les opérations synthétiques nécessaires. On pourrait encore composer une table pour compenser les différences en plus ou en moins résultant de la coupellation.

(2) Cette commission était composée de S. S. le comte Chaptal, pair de France, président; de MM. le baron Thénard, Dulong, Gay-Lussac, membres de l'Académie royale des sciences; baron de Fréville, conseiller d'état; Masson, maître des requêtes; J. B. Say, professeur d'économie industrielle, et Benoît Fould, banquier.

sur le perfectionnement de l'art de l'essayeur, a déterminé le gouvernement à introduire dans les procédés de cet art les changemens relatés dans les dispositions de l'ordonnance en date du 6 juin 1830, a proposé et fait mettre à exécution un nouveau mode d'essai bien convenable pour déterminer le titre de l'argent. Ce procédé, dû à M. Gay-Lussac, rapporteur de la commission, consiste à dissoudre dans l'acide nitrique deux grammes de l'argent que l'on veut essayer, et à déterminer exactement la quantité d'argent pur qui se trouve dans cette liqueur, en précipitant cet argent par une dissolution de sel marin, titrée ou composée de manière que cent grammes de cette dissolution puissent justement précipiter deux grammes d'argent fin. Ce procédé, qui a été appliqué avec le plus grand succès aux travaux du laboratoire des Monnaies, étant nouveau, donnant à l'art de l'essayeur la précision qui lui manquait, et devant être, sinon toujours adopté de préférence à la coupellation, au moins employé dans les cas difficiles et comme moyen de vérification, doit être décrit, avec tous les détails nécessaires, dans cette instruction, pour en faciliter la pratique aux essayeurs.

Description du procédé.

On a dit que dans le procédé de l'essai d'argent par la voie humide, le titre de l'argent se déterminait au moyen d'une dissolution de sel marin : l'on va indiquer les moyens de composer cette dissolution.

On prendra du sel marin pur et parfaitement sec, ou à défaut, du sel marin blanc du commerce (1), et on en fera une dissolution dans le rapport de 100 grammes de sel à 9143 gram. 85 d'eau distillée; la dissolution étant complète, on la vérifiera, et on en réglera le titre comme il suit.

On fera dissoudre 2 grammes d'argent pur dans 10 grammes

---

(1) Si l'on était obligé d'employer le sel blanc du commerce, il serait avantageux de réduire ce sel en poudre fine et de le laver dans le moins d'eau possible ; il faudrait ensuite le presser entre des linges ou entre des papiers non collés, et le faire bien sécher avant de l'employer.

d'acide nitrique à 22 degrés, en se servant d'un flacon à l'émeri de la capacité de 400 à 500 grammes; on y versera peu à peu, et en agitant bien, 100 grammes de la dissolution de sel marin (1); on bouchera le flacon, on l'agitera pendant quelques minutes, on laissera éclaircir la liqueur, ou bien on en filtrera un peu sur un petit filtre lavé à l'eau distillée; on en versera dans deux verres propres; on ajoutera dans l'un quelques gouttes de nitrate d'argent, et dans l'autre un peu de dissolution de sel. S'il se forme un précipité dans le premier verre, on saura que la dissolution de sel titrée est trop forte; elle sera trop faible s'il se forme un précipité dans le second verre, et elle sera au contraire bien constituée, si elle n'est louchie ni par le nitrate d'argent ni par la dissolution de sel marin. Dans les deux cas, où la dissolution de sel marin ne serait pas composée exactement comme on le désire, il faudrait y ajouter peu à peu soit du sel marin pur, soit de l'eau distillée, jusqu'à ce qu'on l'ait amenée, par tâtonnement, au point de précipiter juste 2 grammes d'argent, en employant 100 grammes de cette dissolution : elle sera alors convenable pour faire les essais d'argent par la voie humide (2). On n'aura plus qu'à la renfermer

(1) On pourra se servir d'une burette pour verser exactement 100 grammes de la dissolution de sel dans le flacon.

(2) Si l'on voulait s'éviter les tâtonnemens dont il est ici question, il faudrait déterminer bien exactement quelle est la quantité de dissolution de sel nécessaire pour précipiter 2 grammes d'argent pur, dissous dans 10 grammes d'acide nitrique. Des calculs fort aisés à faire indiqueraient ensuite facilement ce qu'il faudrait ajouter d'eau ou de sel marin à la liqueur, s'il y manquait quelque chose. Voici quelques exemples qui aplaniront sans doute toute difficulté.

En supposant qu'il ait fallu 104 grammes de la dissolution de sel pour précipiter exactement les 2 grammes d'argent pur, il est évident qu'il y a 4 grammes d'eau de trop par 104 grammes de cette dissolution; il faut donc en enlever ces 4 grammes d'eau par le moyen de l'évaporation, ou, ce qui sera plus facile, ajouter dans la dissolution la quantité de sel marin pur nécessaire pour convertir ces 4 grammes d'eau en dissolution titrée. Or, d'après les bases qui ont été établies plus haut, ce serait 0g 043 de sel qu'il faudrait pour arriver à ce

dans une bouteille fermée avec un bouchon de verre à l'émeri, graissé avec du suif, et qu'à la garder sous clef quand on ne s'en servira pas.

Voici maintenant la série des manipulations pour essayer un alliage d'argent par la voie humide.

On pèse 2 grammes de cet alliage, on les introduit dans un flacon à l'émeri de la capacité d'environ 200 grammes, on jauge dans une pipette 10 grammes d'acide nitrique à 22 degrés, on verse cet acide dans le flacon, et on favorise la dissolution de l'argent en plaçant le flacon sur des cendres chaudes, sur un bain de sable ou au bain-marie. La dissolution de l'argent étant complète, on y ajoute 50 grammes, ou un demi-décilitre, d'eau distillée; on prend une burette semblable quant à la forme à celle que nous avons décrite au mot ALCALIMÉTRIE, et graduée en 100 parties contenant chaque 1 gramme de dissolution de sel titrée; on remplit la burette jusqu'au zéro de sa division, et on en prend le poids bien exactement avec des poids décimaux et en la suspendant à l'un des plateaux d'une balance très sensible; on note le poids trouvé, et on verse peu à peu, en opérant à l'ombre et en agitant bien chaque fois, de la dissolution de sel titrée dans le flacon. Il faut opérer lentement, et goutte à goutte, vers la fin de l'opération. On agite alors le flacon plus fortement et pendant une mi-

---

but; il ne resterait donc qu'à peser la dissolution de sel marin que l'on aurait à fortifier, et à y ajouter autant de fois 0g 043 de sel marin pur, qu'elle pèserait de fois 104 grammes.

Si la dissolution de sel marin était trop concentrée, et qu'il n'en fallût, par exemple, que 95 grammes pour précipiter exactement les 2 grammes d'argent pur, il suffirait, dans ce cas, de peser la dissolution dont il s'agit, et d'y ajouter autant de fois 5 grammes d'eau distillée, qu'elle pèserait de fois 95 grammes.

On peut, en opérant ainsi, s'éviter bien des tâtonnemens. On conseille cependant de ne regarder la dissolution saline comme étant bien constituée, qu'après avoir plusieurs fois constaté qu'il en faut exactement 100 grammes pour précipiter 2 grammes d'argent fin dissous dans 10 grammes d'acide nitrique.

nute, on essaie la liqueur, et on continue l'opération en tâtonnant ainsi.

Pour que l'essai soit bien fait, il faut que la dissolution de sel ne trouble plus sensiblement la liqueur, et que cette liqueur ne se trouble cependant pas lorsqu'on y ajoute une goutte de dissolution de nitrate d'argent. Lorsqu'on est arrivé à ce point et qu'on l'a bien établi, il ne reste plus qu'à peser de nouveau la burette, qu'à déduire le poids trouvé du poids primitif, et qu'à ajouter un zéro à la *différence*, si le nombre est entier, ou à reculer la virgule d'une place vers la droite, s'il est fractionnaire. On obtient ainsi, en millièmes et fractions décimales de millième, le titre de l'argent soumis à l'essai. Un seul exemple du calcul à faire, dans ces deux cas, éclaircira suffisamment ce qui vient d'être dit à ce sujet.

Supposons que le poids de la burette pleine de dissolution de sel titrée soit de. 307g

Et que son poids, après l'essai, soit de. 217

On aurait employé en dissolution de sel. 90g

Ce qui représenterait exactement le titre de 900 millièmes.

En supposant que la burette, pleine de dissolution saline titrée, pesât avant l'essai. 307g 56

Et après l'essai. 217 00

La dissolution employée pèserait. 90g 56

Ce qui donnerait le titre de 905 millièmes 6.

On croit inutile d'insister davantage sur les précautions à prendre en pratiquant ce nouveau mode d'essai, parce qu'on pourra s'y habituer facilement, en n'opérant d'abord que sur de l'argent pur, ou sur des alliages d'argent à des titres bien connus; il sera d'ailleurs toujours utile de s'aider de la coupellation, toutes les fois qu'on le pourra, pour s'éviter de longs tâtonnemens, ou la peine de recommencer les essais dans lesquels on aurait employé de prime-abord trop de dissolution saline (1). En opérant ainsi,

(1) Si l'on avait outre-passé le point de saturation, on pourrait cependant

ourra verser de suite, dans la dissolution des deux grammes gent, toute la dissolution de sel équivalent au titre trouvé par upellation; on n'aura plus qu'à tâtonner pour obtenir les der- s millièmes que l'on perd au fourneau à coupelle, et qui sont qués approximativement dans la table de compensation qui partie de cette instruction.

e nouveau moyen d'essai, si parfait lorsqu'on n'a qu'à déter- er le titre de l'argent et de ses alliages avec le cuivre, n'est heureusement pas aussi simple lorsqu'il s'agit d'alliages d'ar- t contenant de l'or; il faut alors déterminer d'abord la quan- d'or, comme on le fait ordinairement, et comme il a été dit haut en parlant des essais des alliages d'or et d'argent, et rcher ensuite, par la voie humide, quelle est la proportion cte de l'argent dans l'alliage essayé.

i l'alliage ne contenait pas assez d'argent pour que le départ être opéré, il faudrait faire l'inquartation avec de l'argent pur, n pesant exactement la quantité d'argent employée. On passe- l'essai à la coupelle, comme il a été dit plus haut] en parlant essais d'or tenant argent ou d'argent contenant un peu d'or. ferait le départ du bouton; on réunirait, avec soin, la disso- on d'argent et les lavages du cornet; on déterminerait, par le cédé de la voie humide, la quantité d'argent qui se trouverait s ces liqueurs, et on en déduirait la quantité d'argent em- yée pour l'inquartation; la différence indiquerait exactement proportion d'argent dans l'alliage essayé. Si cet alliage conte- assez d'argent pour que le départ pût être fait sans avoir re-

---

ispenser de recommencer l'opération. Il faudrait employer une dissolution ent titrée pour rectifier l'essai. On se propose au reste de publier une des- ion plus détaillée de ce procédé dans le *Manuel de l'Essayeur,* dont la nission des Monnaies vient de demander la rédaction. On y fera connaître ses manipulations qui peuvent simplifier ce mode d'essai, et particulière- t la substitution des volumes aux poids, qui peut le rendre d'une applica- plus facile et par conséquent plus fréquente.

cours à l'inquartation, il suffirait alors de coupeller la p
sai en prenant les précautions qui ont été indiquées c
d'opérer le départ du bouton, et enfin de déterminer p
humide, et comme on vient de le dire, la quantité d'a
se trouverait dans ces liqueurs.

On voit qu'en réunissant les données acquises par ces
on parviendra à la connaissance exacte de la compositi
liages dont il s'agit, résultat des plus satisfaisans, puisq
connaissance du procédé par la voie humide, et en op
la coupellation et le départ, le titre argent de l'alliage
stamment indiqué beaucoup trop bas.

On terminera cette instruction en rappelant aux essay
dans le refroidissement des alliages coulés en lingots,
perd toujours plus ou moins de son homogénéité; qu'il
le commerce des lingots dont l'alliage fondu a été m
qu'il s'y trouve d'autres lingots fourrés, ou saupoudré
ment de la coulée, avec de l'or ou de l'argent à plus h
et enfin, des lingots affinés à leur surface par un très
chîment; d'où il suit que, devant déclarer le titre exact d
qui leur sont présentés, et étant responsables des titres
clarent, les essayeurs ont le plus grand intérêt à bien
avant tout, l'homogénéité des lingots qu'ils essaient, et
d'y apposer leur poinçon, s'ils reconnaissent l'impossib
faire avec sécurité. Lorsqu'un cas pareil se présente
toire des essais, on y est autorisé à agir ainsi, et on n'y
définitivement le titre de pareils lingots qu'en les refo
brassant avec soin, et en en essayant quelques grammes
une cuillère de fer, immédiatement après le dernier b
au moment même de la coulée.

TABLE DE COMPENSATION

POUR

L'ESSAI DES MATIÈRES D'ARGENT,

PTÉE AU LABORATOIRE DES ESSAIS DE LA COMMISSION DES MONNAIES.

RES TS.	TITRES TROUVÉS par la coupellation.	PERTES ou QUANTITÉS DE FIN à ajouter aux titres correspondans obtenus par la coupellation.	TITRES EXACTS.	TITRES TROUVÉS par la coupellation.	PERTES ou QUANTITÉS DE FIN à ajouter aux titres correspondans obtenus par la coupellation.
0	998 97	1 03	500	495 32	4 68
5	973 24	1 76	475	470 50	4 50
0	947 50	2 50	450	445 69	4 31
5	921 75	3 25	425	420 87	4 13
0	896 "	4 "	400	396 05	3 95
5	870 93	4 07	375	371 39	3 61
0	845 85	4 15	350	346 73	3 27
5	820 78	4 22	325	322 06	3 94
0	795 70	4 30	300	297 40	2 60
5	770 59	4 41	275	272 42	2 58
0	745 48	4 52	250	247 44	2 56
5	720 36	4 64	225	222 45	2 55
0	695 25	4 75	200	197 47	2 53
5	670 27	4 73	175	172 88	2 12
0	645 29	4 71	150	148 30	1 70
5	620 30	4 70	125	123 71	1 29
0	595 32	4 68	100	99 12	0 88
5	570 32	4 68	75	75 34	0 66
0	545 32	4 68	50	49 56	0 44
5	520 32	4 68	25	24 78	0 22

RGOUSSE (*Arts mécaniques.*) Enveloppe ou sac d'étoffe
ontient la poudre et les projectiles de la charge du canon.
plein de poudre à 8 ou 9 lignes près, est lié avec de la fi-
ur un cylindre de bois également de calibre, qu'on nomme
: il porte à cet effet une ramure circulaire assez profonde
loger plusieurs tours de la ficelle. Le bout de ce cylindre,
té de la poudre, est droit; mais le bout opposé, sur lequel

doit être fixé le boulet, est creusé en hémisphère à peu p quart du diamètre de ce boulet; celui-ci y est tenu par deu des de fer-blanc passées en croix, et dont les bouts sont sur le contour du sabot.

Indépendamment de la ligature faite dans la rainure du on en fait encore une autre entre la poudre et le bout du afin d'empêcher la poudre de s'introduire entre le sac et Pour prévenir le déchirement de l'enveloppe à cet endroi introduit une bande de parchemin qui se trouve prise ligatures.

Le travail des gargousses, dans les arsenaux, se d quatre classes, savoir : ensaboter les boulets, remplir les poudre, l'y entasser et serrer, former les ligatures. Deux d'artillerie sont occupés à chacune des trois premières de travail, et six le sont à la quatrième. Ces douze tra peuvent faire, dans une journée de douze heures, 240 ga du calibre de 16 et 12, et 320 du calibre de 8 et 4. (*V.* Car

On a renoncé à faire les sacs en toile, en parchemin, e qui présentaient des inconvéniens : on n'y emploie plu serge tissée, croisée et très serrée; elle ne se charbonn déchirée en lambeaux par l'explosion de la charge, il n point de culot; tout est entraîné au dehors.

On fait des gargousses à balles de fer pour tirer à m mais la poudre est contenue dans un sac particulier, fe un plateau de bois d'environ 4 lignes d'épaisseur, qu'on la poudre au lieu du sabot; il porte dans son épaisseur nure pour former la ligature.

Les balles sont contenues dans une boîte de fer-blanc, des bouts, celui qui se met du côté de la poudre, est f plateau de fer battu de 3 à 4 lignes d'épaisseur. Les balle mises dans cette boîte, sont recouvertes d'un disque en tô ce, qu'on maintient en place en rabattant par-dessus les b la boîte, découpés en dentelures, ainsi qu'on l'a pratiq le plateau du fond.

On a renoncé à faire des balles en fonte, attendu qu' brisent dans le canon et qu'elles en déchirent l'ame. E.

AUDE. Plante herbacée, qui croît naturellement dans pres- toute l'Europe, mais particulièrement dans les lieux sablon- : c'est une espèce de *réséda*, à laquelle Linnée a donné l'épi- e de *luteola*, à cause de la couleur jaune qu'elle contient. on seulement on ne tire pas un parti aussi avantageux de la le sauvage que de celle qui est cultivée, mais elle ne suffirait à la consommation considérable qui s'en fait. On est donc gé d'avoir recours à la culture, et c'est ordinairement en oc- e qu'on la sème.

es teinturiers préfèrent la gaude qui n'a qu'une tige à celle qui ameuse, et c'est à cause de cela qu'on la plante un peu serrée. sque la graine a été projetée sur le sol, après un labour con- able, on passe à plusieurs reprises des fagots réunis les uns aux es, afin de la disséminer bien également. Quand la jeune plante mence à pousser, on la débarrasse, par de bons sarclages, de es les mauvaises herbes, et l'on réitère cette opération au prin- ps. On a soin en même temps d'élaguer dans les endroits trop fus, et de regarnir les places vides avec des plantes arrachées. e dernière opération réussit mieux par un temps pluvieux.

ussitôt que la gaude devient jaunâtre, et qu'une partie de la ne est mûre, on peut en faire la récolte, et on la laisse ordinai- ent munie de sa racine, non pas que celle-ci contienne sensi- nent de matière colorante, mais parce qu'elle donne meilleure n à la plante entière, et qu'elle est alors, comme on le dit, *plus ente*. On la fait sécher en l'exposant simplement pendant deux rois jours à la grande ardeur du soleil, puis on en forme des es de 12 à 15 livres chaque, ce qu'il ne faut faire que quand la le est parfaitement sèche; autrement, en y conservant un d'humidité, elle subirait un certain degré de fermentation altérerait très sensiblement la matière colorante.

es teinturiers choisissent de préférence la gaude longue, peu achue et roussâtre : ils en extraient, comme nous l'avons dit, couleur jaune très solide, qui s'applique également bien sur e, soie et coton; le mordant qui lui convient est l'alun ou l'a- te d'alumine; mais il est bien essentiel que ces sels soient npts de fer lorsqu'on veut avoir un jaune pur. Il est peu de

couleurs qui soient aussi sensibles que celle-là à la pureté du mordant; les moindres quantités de fer la font virer au vert. On profite même de cette propriété pour produire quelques autres couleurs. Ainsi, pour obtenir des *olives*, par exemple, il suffit d'ajouter au mordant plus ou moins d'acétate de fer, suivant la nuance qu'on veut avoir.

On teint aussi en vert pur au moyen de la gaude, en se servant d'acétate de cuivre pour mordant, ou bien en passant simplement au bain de gaude une étoffe déja teinte en bleu par l'indigo.

On obtient en outre avec la gaude une laque jaune très solide dont les peintres font usage. R.

GAUFRAGE (*Arts mécaniques*). On donne le nom de gaufreur à l'ouvrier qui imprime des figures en bas-relief sur une étoffe quelconque, avec des fers chauds ou des cylindres gravés. Les instrumens gravés dont il se sert se nomment *gaufroirs*, et l'action d'appliquer les fers chauds sur l'étoffe, pendant le temps suffisant pour que les diverses figures aient pris la forme désirée et puissent la conserver, se nomme *gaufrage*.

Nous avons déja donné, au mot FLEUR, une idée des moyens qu'emploie le *gaufreur*. Les procédés sont les mêmes; mais le gaufreur de profession doit avoir une quantité bien plus considérable de *gaufroirs* que le fleuriste, puisque celui-ci se borne à une seule partie, tandis que l'autre doit pouvoir faire toute espèce de *gaufrage*.

Le *gaufroir* est ordinairement composé de deux parties: le *gaufroir* proprement dit, et sa contre-épreuve. Le premier est en laiton gravé en creux, et sa contre-partie peut être en carton, qui se moule sur le *gaufroir*. Des chevilles de repère servent à les placer toujours l'un sur l'autre, sans pouvoir se tromper. On humecte légèrement la substance qu'on veut gaufrer, on la place sur le dessin du gaufroir un peu échauffé, on recouvre la contre-partie, et l'on met à la presse. On les laisse en repos jusqu'à ce que le gaufroir soit froid, et la pièce à gaufrer a parfaitement pris l'empreinte.

Lorsqu'on gaufre au cylindre, celui-ci porte la gravure sur sa circonférence convexe; des fers chauds sont placés dans l'intérieur

un cylindre, et l'échauffent suffisamment. Le cylindre inférieur est recouvert de draps fortement tendus et élastiques, qui servent de contre-épreuve. L'étoffe légèrement humectée passe entre les deux lentement et sous une forte pression; elle a le temps de s'y sécher et d'être fortement imprimée.

On donne le nom de *gaufre* à une pâtisserie mince formée de crême, sucre et farine, qu'on verse dans un moule chaud composé de deux plaques de fer. FR.

GAZ. *V.* FLUIDES ÉLASTIQUES. FR.

GAZE (*Arts mécaniques*). Tissu léger fait en soie, ou en soie et de lin. Le caractère particulier qui distingue la gaze de toute autre étoffe, c'est l'écartement des fils de la trame, maintenus constamment à des distances égales par le serpentement de deux fils de chaîne l'un sur l'autre, qui n'en présente ensuite qu'un à l'œil, et dont l'ensemble avec le fil de trame forme un tissu criblé de trous.

La *gaze d'Italie* se fabrique comme la TOILE ordinaire, ou comme le TAFFETAS. Les fils de la trame ne laissent aucun espace vide entre eux. La soie dont on la fabrique est une soie de la Chine, naturellement blanche, connue dans le commerce sous le nom de *soie de Nankin* ou *soie sina*.

La *gaze fond plein* est ordinairement unie; quelquefois elle est accompagnée de liteaux près des lisières; d'autres fois elle a des liteaux placés à diverses distances sur la largeur; alors on la désigne sous le nom de *gaze fond plein rayée*. Ces rayures, faites dans le sens de la longueur de la pièce, sont obtenues par une seconde chaîne, placée au dessus de la chaîne du fond, et portée par un rouleau disposé en avant de l'ensouple de derrière; cette chaîne est faite avec de la soie de trame. Lorsqu'on veut que cette *gaze* soit à carreaux, on fait avec la navette et de la soie organsin, un même nombre de duites qu'il y a de fils dans le liteau, et on place ces liteaux en travers, à la même distance entre eux qu'ils le sont en long.

Les *gazes brochées* se font aujourd'hui avec le MÉTIER A LA JACQUART, comme les autres étoffes de ce genre. Il en est de même des *gazes façonnées*.

Les *gazes crême* ou *à la crême* ne diffèrent de celles dont nous venons de parler que par la manière dont on monte la chaîne sur

le métier. Les fils de la chaîne sont passés deux à deux dans chaque dent du peigne; mais on laisse successivement et alternativement deux dents vides et deux dents pleines, ce qui produit des places plus espacées que dans les autres gazes, et des rayures plus marquées.

A l'exception de celle d'Italie, qui se fait comme le taffetas, toutes les gazes sont fabriquées avec le métier du TISSERAND; mais il a trois marches et trois lisses ou lames. La troisième lisse n'a que la moitié de la hauteur des autres, et ne porte qu'un lisseron en haut; chaque fil de cette lisse est terminé par une perle, qui est une petite sphère d'émail percée dans son diamètre horizontal. Dans le trou de chaque perle passe alternativement un fil de la chaîne; le fil suivant est entre deux perles. On conçoit que le petit poids que forme la perle tient continuellement la soie de cette lisse tendue verticalement, et que la perle, en s'élevant et en s'abaissant par l'effet de la marche, entraîne le fil de la chaîne qui la traverse. Cela bien entendu, voici comment l'ouvrier opère: supposons qu'après avoir passé la première duite, il l'ait frappée avec le battant, alors il donne le *pas de fond* pour faire ouvrir les fils pour le *pas de gaze*, c'est-à-dire qu'il appuie sur la marche des perles; il les fait élever au dessus de la partie de la chaîne qui n'est pas prise par les perles; il lâche alors cette marche. Les perles alors ne descendent pas entre les deux fils où elles étaient d'abord, mais passent entre les deux fils voisins à gauche; par cette disposition, chaque fil porté par les perles fait un demi-tour sur le fil fixe; alors l'ouvrier lance la navette et de suite frappe avec le battant. Il est facile de concevoir que ce fil de chaîne mobile qui enveloppe le fil fixe forme une épaisseur qui empêche la duite de s'approcher de la précédente pour la toucher dans toute la longueur, ce qui forme des vides. Cela fait, il donne le *pas de fond* pour faire ouvrir les fils, puis le *pas de gaze*, pour faire rentrer les perles dans les fils d'où elles étaient sorties d'abord; ensuite il passe la duite, il bat, et continue toujours de même. FR.

FIN DU TOME TROISIÈME.

3

